Deus ou seja a natureza

Spinoza e os novos paradigmas da Física

Roberto Leon Ponczek

Deus ou seja a Natureza

Spinoza e os novos paradigmas da Física

ROBERTO LEON PONCZEK

Deus ou seja a Natureza

Spinoza e os novos paradigmas da Física

EDUFBA
Salvador, 2009

A Meus pais, Wanda e Tadeu Ponczek (*in memoriam*), que me proporcionaram muitas coisas boas e, dentre elas, a possibilidade de conhecer o pensamento de Baruch Spinoza.

À Milena, minha filha, e Helena, neta, por me proporcionarem a virtude da alegria.

AGRADECIMENTOS

Este livro foi o resultado de muitos anos de diálogos e interações com várias pessoas, às quais gostaria de agradecer:

Aos meus pais (*in memoriam*), não só por darem origem à minha existência, mas por me proporcionarem uma educação que alicerçou meus valores éticos, estéticos e filosóficos, que me fizeram aproximar de Spinoza.

À Milena e Vladimir, filhos, pelas permanentes presenças incentivadoras, e por muitos dos gráficos, desenhos e ilustrações cuidadosas deste texto.

À Eliana, companheira e motivadora.

Aos amigos e companheiros de todas as horas, por saberem conviver comigo, incentivando-me até nos momentos em que todo autor de livro se torna um chato.

Ao Prof. Dante Galeffi, por conhecer a suprema arte do diálogo que alterna, em justas proporções, o dizer com o silêncio da escuta.

Aos colegas Profs. Miguel A. Bordas, Benedito Pepe, Iuri Pepe, Maria Luísa Ferreira, Cesar Castañeda, por valiosas sugestões.

A todos que me suportaram anos a fio, ouvindo os tediosos discursos acadêmicos de alguém que escreve um interminável livro.

Bruma de oro, el Occidente alumbra
La ventana. El asiduo manuscrito
Aguarda, ya cargado de infinito.
Alguien construye a Dios en la penumbra.
Un hombre engendra a Dios. Es un judío
De tristes ojos y de piel cetrina;
Lo lleva el tiempo como lleva el río
Una hoja en el agua declina.
No importa. El hechicero insiste y labra
A Dios con geometría delicada;
Desde su enfermedad, desde su nada,
Sigue erigiendo Dios con la palabra.
El mas pródigo amor le fue otorgado,
El amor que no espera ser amado.

Jorge Luis Borges, *Obra Poética*.

SUMÁRIO

Parte III
SPINOZA E EINSTEIN E SUAS AFINIDADES NEGATIVAS: A TEORIA QUÂNTICA

Parte IV
UMA PEDAGOGIA FILOSOFANTE DA FÍSICA

NOTA AUTOBIOGRÁFICA

Desde a adolescência, manifestei forte vocação para as Ciências Exatas, particularmente para a Física e a Matemática. Aos 15 anos, já tinha lido algumas biografias de grandes físicos, como Einstein, Newton e Galileo, que foram meus primeiros heróis, e já havia estudado também alguns livros de divulgação sobre a Teoria da Relatividade de Einstein, cientista cuja vida e obra sempre me exerceram profundo fascínio. Desde a mais tenra infância, ouvia também com encantamento meu pai falar sobre um certo filósofo judeu de origem portuguesa, de nome Baruch Spinoza, ou Espinosa (como preferem escrever os portugueses e espanhóis), que achava que Deus e a natureza eram a mesma coisa. E se Deus é a própria natureza em ato por que não estudá-la a fundo? Assim, não me foi difícil optar por fazer o vestibular para Física. Em 1967, já estava matriculado no Bacharelado de Física da PUC do Rio de Janeiro. Concluí o curso em 1970 e em ato contínuo inscrevi-me no Mestrado de Física Nuclear da mesma Instituição, tendo concluído a tese de mestrado, em 1974. Em 1975, prestei concurso público para professor Assistente na UFRJ, para a cadeira de Eletricidade e Magnetismo. Por volta desta época, participava de inúmeros congressos de Física importantes. Publiquei também alguns artigos em periódicos considerados do gênero "ciência dura".

Eu era até então um exemplo de um "físico bem comportado", e nada me demoveria de tornar-me um físico no sentido clássico do termo: propor modelos matemáticos que reproduzissem, com boa precisão, os resultados experimentais, publicados em vastas tabelas. Em 1977, fui convidado, pelo Prof. Sérgio Guerreiro, antigo colega da PUC, para dar um curso de Teoria da Relatividade no Instituto de Física da UFBA, tendo como alunos várias pessoas que hoje se destacam no meio acadêmico da UFBA. Em 1978, fui contratado pelo antigo Centec, hoje Cefet, para ajudar a implantar a estrutura departamental e, em 1980, de volta à UFRJ, iniciei meu doutorado em Física molecular, concluindo os créditos e boa parte da tese cujo título provisório era: "*O efeito esteira nos potenciais iônicos bi-atômicos*". O "físico sério e bem comportado" estava em franca atividade.

No entanto, depois que voltei da Bahia, percebi que a minha vida jamais seria a mesma, pois meus interesses haviam mudado drasticamente. Comecei a

interessar-me por Filosofia e Música, além de que me casei com uma baiana que me convenceu a mudar definitivamente para Salvador, e assim, de "físico sério e bem comportado", passei a ser considerado pelos meus colegas como uma "alma inquieta" ou até mesmo como "sujeito irrequieto". Em 1982, transferi-me definitivamente para o Instituto de Física da UFBA lecionando a partir de então várias disciplinas do currículo de graduação de Física, mas a minha mente já estava sinalizada para outras motivações. A busca das certezas da Física não me satisfazia mais, preferindo a minha alma inquietar-se com as lacunas e carências da especulação filosófica, bem como com as subjetividades da Música.

Como primeiro sinal de minha mudança, em 1984, para espanto de meus amigos mais próximos, e de meus velhos pais, abandonei no meio a referida tese de doutorado em Física molecular, matriculando-me, em 1984, no curso de Composição e Regência da Escola de Música UFBA, tendo sido aluno de grandes compositores como Ernst Widmer e Lindembergue Cardoso, chegando a compor algumas peças eruditas como trios e quartetos. Por volta de 1986, dediquei-me à critica musical iniciando um período de 12 anos como crítico de música erudita no Caderno Cultural do jornal *A Tarde*, onde permaneci até 1998, tendo publicado centenas de artigos de crítica de espetáculos e análise musical.

Em um segundo momento de minha nova vida, a partir de 1988, reiniciei meus estudos de Filosofia e História da Ciência, começados na adolescência. Em 1990, numa época em que no Brasil poucos físicos se interessavam por História ou Filosofia, criei, no Instituto de Física da UFBA, juntamente com o Prof. Benedito Pepe, os *Seminários de Ensino, História e Filosofia da Física*, que evoluíram para o que hoje é denominado de Programa de Mestrado em Ensino, História e Filosofia da Ciência.

A partir de 1998, resolvi revisitar meus ídolos da adolescência, tendo-me dedicado ao estudo exaustivo da filosofia de Baruch Spinoza e à suposta influência que o filósofo judeu exerceu sobre a Física moderna, em particular sobre o maior físico do séc. XX: Albert Einstein. Lembro-me bem que desde a infância no Rio, eu já sentia, em relação a Spinoza, uma espécie de veneração somente dedicada aos grandes sábios, e que foi certamente, como já mencionei, herdada de meu pai que sempre me repetia: *Deus sive natura* (Deus, ou seja, a natureza). Ao invés de átomos, elétrons ou forças nucleares, questões centrais da Filosofia como a vontade, o livre-arbítrio, a necessidade e contingência na natureza passaram a ser objetos de minha investigação, procurando sempre

articulá-los com as idéias da Física, principalmente às de realismo, determinismo e indeterminismo que habitam a Teoria da Relatividade e a Física Quântica. É nesta mais recente área de interesse que acredito poder contribuir melhor para o alargamento dos horizontes da Física, inicialmente desnudando-a de suas linearidades artificiais para depois vesti-la com suas inúmeras articulações com a Filosofia, a História, a Música e a Educação, revisitando o esquecido *quadrivium* renascentista.

Como exemplo dessa proposta filosófico-pedagógica, focalizarei meu olhar sobre aquilo que considero um dos mais pungentes exemplos de transmissão, afinidade, e até certo ponto, analogia de idéias existentes entre dois sistemas de pensamento separados, não só por contextos muito distintos, como por séculos. Relatarei, com certa dose de intuição, que a influência que Spinoza exerceu sobre Einstein atravessou séculos de história, perpassando por contextos políticos e religiosos muito distintos, resistindo até a mudanças radicais de paradigmas científicos. Enquanto Spinoza viveu em pleno século do determinismo racionalista, sendo um precursor do Iluminismo, Einstein teve que enfrentar um vendaval indeterminista, provocado pela recém-criada Teoria Quântica, mantendo, até o final de sua vida, contra quase todos os homens de ciência de sua época, uma renitente postura causal-determinista que pareceu, a muitos, anacrônica.

No entanto, tais afinidades serão muito mais abduzidas do que deduzidas ou induzidas factualmente. Trabalharei muito mais como uma espécie de Sherlock Holmes e, munido de uma lente de aumento, ao invés de inexistentes provas cabais, buscarei cuidadosamente indícios, pistas, pegadas, coletando impressões digitais metafísicas que se escondem por detrás, e nas entrelinhas dos dois sistemas de pensamento. Como acontece nas tramas policiais, serão nos vestígios, deixados nas cinzas dos cachimbos que Spinoza e Einstein costumavam fumar, que buscarei as conexões, confirmando as suspeitas de cumplicidade entre nossos dois protagonistas.

Como professor de Física há mais de 30 anos, acredito também que a identificação de elementos metafísicos, comuns em Spinoza e Einstein, será útil para um melhor entendimento da Física como um todo, e em particular das teorias da Relatividade e Quântica, geralmente ensinadas nas salas de aula como construções internas da Física, que se bastam e esgotam em si mesmas.

No final, desta feita entregue à especulação fenomenológica, questionarei o fato de que muitos sistemas filosóficos contemporâneos não conseguiram

romper com o geocentrismo pré-galileano nem com a ideia do éter pré-einsteiniano, fazendo do homem o centro ontológico do mundo a partir do qual se conhecem e escrevem as leis da natureza. Contrariamente, como refletirei ao longo do texto, Spinoza e Einstein percebem o homem como ente finito do universo que pensa junto com a natureza-universo, sendo um elemento da *physis,* ou segundo o jargão spinozista, um modo (de ser) finito da substância.

Percebo em Spinoza, um cosmocentrismo em que uma Realidade-Substância única, ilimitada manifesta-se, ora na forma dos corpos físicos extensos, e ora na forma de pensamentos, os chamados modos ou acidentes da substância do qual o homem é apenas um desses entes possíveis. Já em Einstein, a natureza também ganha o estatuto do absoluto, sendo as suas leis universais, eternas e invariantes, tendo o físico descartado o éter, último cenário imóvel e privilegiado do universo em relação ao qual as leis da Física poderiam ser escritas de maneira única e singular, propondo ao invés uma equivalência de todos os sistemas de referência. Fechando o círculo das abduções, acredito então ser a descentralidade dos sistemas de referência de Einstein e da *Natura* de Spinoza, um dos pontos comuns de tangência entre os dois sistemas de pensamento. Sobre esse ponto, onde os dois tecidos se dobram, formando uma malha, inextricavelmente entrelaçada, focalizarei a lente de aumento do detetive persistente em busca dos detalhes quase imperceptíveis a olhos desatentos.

Creio que esse texto pode muito bem ser entendido pela citação abaixo, de N. Russell Hanson:

> Toda observação é uma experiência de ver, compreender X, como sendo Y (ver um X como sendo isto ou aquilo). Observar é, pois, fazer uma experiência de codificação ou de decodificação[1].

Farei assim do pensamento científico de Einstein o meu X central, vendo-o, no entanto, não como um X fechado em si mesmo, mas desdobrando-se num Y, que para mim é a Ética de Spinoza. Depois da apresentação da metafísica de Spinoza, proponho-me a decodificar as idéias filosóficas de Einstein, ora traduzindo seus signos para a linguagem da Ética, e ora, nesta última, encontrando elementos relativísticos, em algumas de suas definições e proposições.

A questão central deste trabalho será, então, caracterizar os limites desta poderosa articulação entre X e Y para, desta forma, ampliar os horizontes

perceptivos do processo da criação e transmissão do saber científico, e com isso, reeducar cientificamente.

Esta reeducação não visa ensinar a Física com vistas a objetivos apenas técnicos, mas muito mais, entendê-la como forma de disposição atenta do homem frente ao cosmos, ao universo e à natureza da qual não pode ser posto à parte, como um ser transcendente. É, pois fundamental e fundamentante neste texto, a necessidade de entender a Ciência não como um X tecnocientífico nutrido pela factualidade positivista, mas também como um Y filosófico germinado na intuição criativa e temperado com as finas essências de uma metafísica que vige no *Amor Intelectualis Dei* e na perenidade das leis da natureza que podem ser entendidas *sub speciae aeternitatis*.

Com esses objetivos que poderão ser considerados, por algumas mentes pragmáticas, como difusos, e por outras, como demasiadamente extensos, ou até mesmo pretensiosos, resolvi escrever este livro como uma autobiografia científica no estilo "como vejo o mundo". Gostaria de agradecer ao Prof. Dante Galeffi, que de pronto entendeu as motivações autobiográficas desse texto, o que possibilitou-nos um diálogo ressonante e fecundo que a meu ver transborda em muito os limites estritamente científicos, irrigando áreas de saberes multidisciplinares, como a Ciência, Filosofia e a educação científica.

Acredito assim que o conflito entre o "físico bem comportado", da PUC e UFRJ, e a "alma inquieta" que de mim se apossou depois de minha vinda à Bahia, apesar do longo tempo decorrido, está chegando ao fim. Acredito poder contribuir para o alargamento dos horizontes do entendimento e ensino da Física, disciplina esta à qual tenho me dedicado ao longo de minha vida acadêmica e que será vista aqui não como uma representação matemática feita por um sujeito externo à natureza, *mas como um estado corpóreo e mental de um homem imerso dentro dela*.

Em suma, a "alma inquieta" e o "físico bem comportado" que pareciam digladiar-se num conflito existencial sem fim, no interior de meu espírito, poderão celebrar, enfim, a tensa paz dialética de contrários, resgatando a essência de meu pensamento.

Salvador, 16 de setembro de 2008,

O Autor

PREFÁCIO

No âmbito da literatura espinosana o presente livro é um contributo singular, abrindo caminhos até agora inexplorados, que certamente agradariam ao autor da *Ética*. Outra coisa não se esperaria de Roberto Ponczek, um homem de interesses variados e de múltiplas paixões. Físico por formação é também filósofo, músico e pedagogo, estabelecendo habilmente pontes nestes diversos domínios. O olhar com que contempla o real constrói sínteses e concilia divergências. É o olhar de um mestre, de alguém que entende o ensino/aprendizagem como caminho para descobertas deslumbrantes e não como atividade mecânica de quem recebe informação e é obrigado a devolvê-la. Há um enfoque pedagógico que constitui o fio de Ariadne orientador do percurso desta obra, perspectiva explicitamente assumida e anunciada no próprio título: *Deus ou seja a Natureza: Spinoza e os novos paradigmas da Física*.

A tónica dominante é diálógica, estabelecendo-se um inter-câmbio entre a Filosofia e a Ciência, nomeadamente entre a Filosofia e a Física. Logo na introdução, Ponczek lamenta o equívoco que leva ao divórcio entre físicos e filósofos, geralmente de costas voltadas uns para os outros, dizendo os primeiros que a Filosofia é pura perda de tempo e queixando-se os segundos da linguagem hermética da Física. Na seqüência de Kuhn, que já se insurgira com o modo an-histórico (ou mesmo anti-histórico) como habitualmente se ensinam as diferentes ciências, o autor propõe uma pedagogia e uma dialéctica das mesmas que não as considera como "*algo fechado, neutro, prático, linear, objectivo e desprovido de historicidade*" (ver Introdução). É seu objectivo mostrar como o pensamento científico se desenvolve em espiral, inserido num contexto histórico, metafísico, ideológico e mesmo religioso e artístico, do qual seria artificial descolá-lo.

Numa clara oposição ao positivismo comteano, Ponczek defende a proximidade da Ciência e da Filosofia, provando que certas questões científicas só serão compreendidas pelo recurso à metafísica. Em diálogo com esta tese primeira é possível destacar outras subteses que Roberto Ponczek aborda com igual entusiasmo e que constituem as traves mestras do seu trabalho. São elas: demonstrar que é possível ensinar/compreender a Física, tendo como pano de fundo a filosofia de Espinosa; tornar visível a influência deste filósofo

seiscentista na Teoria da Relatividade de Einstein; reflectir sobre a separação da Filosofia e da Ciência depois da implantação e aceitação de um sujeito humano transcendental; propor uma pedagogia geral e especial (no caso da Física) orientada por trilhos espinosanos.

O itinerário que o autor nos propõe procura estabelecer passadiços entre duas épocas (o séc. XVII e o séc. XX) e entre dois filósofos (Espinosa e Einstein). Um projecto tanto mais difícil quanto sabemos tratar-se de dois pensadores inseridos em contextos marcados por ideologias científicas fortemente contrastantes – o racionalismo determinista do qual Espinosa é representativo e o indeterminismo provocado pela Teoria Quântica, contestado por Einstein. Sendo Einstein uma das estrelas deste livro, é preocupação de Ponczek mostrar como nas suas teorias há uma constante presença do filósofo luso-judeu, alguém que o autor da Teoria da Relatividade profundamente admirou. Distanciando-se das linhas dominantes da Filosofia contemporânea, marcada por querelas lógico-lingüísticas, Ponczek retoma a trama metafísica que tão grata foi a Espinosa, aproximando a descentração antropológica que este pensador defendeu e as teses einsteinianas nas quais o homem é pensado juntamente com a Natureza. Assim a Teoria da Relatividade deixa de ser uma construção interna da Física e passa a entender-se de um modo articulado com a imanência espinosana.

Há que re-ensinar a ensinar para que se possa re-aprender a aprender. Ora o novo modelo pedagógico que nos é proposto para uma didáctica da Física passa pela recuperação de Espinosa, um pensador que os alunos de ciências praticamente desconhecem, desconhecimento tanto mais grave quanto este filósofo representa uma excepção à "*altivez do sujeito*" (capítulo IX), atitude que Ponczek contesta, mas que reconhece ser dominante na História da Física.

A crítica ao modo como habitualmente se ensinam as diferentes disciplinas científicas é o primeiro degrau para uma proposta ambiciosa – motivar os alunos para a leitura e o estudo das obras originais dos grandes clássicos da Física, levando-os a interessar-se por teses filosóficas sobre a Natureza. Se durante muitos séculos a Ciência e a Filosofia foram irmãs siamesas, pois a grande maioria dos filósofos deu contributos relevantes ao campo científico, há que retomar a prática salutar de um cruzamento de olhares, trazendo-a para o domínio pedagógico, de molde a que o ensino das ciências deixe de ser asséptico, repetitivo e desinteressante como infelizmente tem sido hábito. É essa a proposta de Ponczek que, não se contentando em

reactivar o diálogo entre Filosofia e Física, apela também para a Música. Por isso coloca em paralelo Bach, com a sua esplendorosa "*música do sujeito*" e a revolução científica e filosófica ocorrida no século XVII, que coloca o homem no centro do Universo, tornando-se ele, e não a Terra, o ponto de referência de todas as coisas.

O autor critica o realismo ingénuo dominante nas comunidades científicas contemporâneas que nunca conseguiram abandonar o positivismo e as suas marcas. Para ele é evidente que fotões, electrões e mesões não constituem os fenómenos enquanto tal, colocando-se como entidades simbólicas, signos que nos facultam uma descrição coerente da realidade e nos permitem prever com eficácia. Por isso, combate a entificação de tais noções e defende para a Física uma pedagogia aberta, na qual Espinosa e Einstein são estrelas de primeira grandeza. É seu intuito "*transpor as redomas de vidro em que o físico pós-kantiano se aprisionou*" (capítulo IX). E porque Espinosa sempre defendeu que o mundo e os homens comungam de uma mesma essência, ele é um dos interlocutores dominantes nesta proposta inovadora.

Em Espinosa, tal como em Einstein, o homem calculador que se coloca fora do mundo é substituído pelo homem ressonante que se torna "*porta voz do lógos e mensageiro do ser*" (capítulo IX). Em ambos há uma sintonia do homem com o Universo, do qual o primeiro é expressão. Muito mais do que com a Física do seu tempo que entende o homem como "*centro ontológico e cognitivo do universo*" a descentração espinosana está em convergência com o projecto de Einstein. De facto, ambos sustentam a primazia da Natureza sobre o homem e não deste sobre aquela. Um e outro defendem um panteísmo naturalista bem como uma causalidade determinística inerente à Natureza. Com uma distância de séculos, filósofo e cientista estão em consonância quanto ao conceito de causalidade, entendendo-a como condição ontológica do universo. Ambos recusam concepções que a consideram como algo empiricamente construído, à maneira de Hume, ou como uma categoria do espírito humano, seguindo a perspectiva de Kant.

Tal como Espinosa desenvolveu o seu sistema apoiando-se em definições iniciais, também Einstein partiu de "*dois postulados universais e atemporais enunciados sem demonstração*", deduzindo a partir deles uma cadeia silogística que levou à desconstrução do espaço e do tempo absolutos (capítulo VI). No dizer de Ponczek: "*as conseqüências da Relatividade ferem brutalmente o*

senso comum e, portanto não poderiam ser directamente obtidas da experiência sensorial, como defenderiam os empiristas clássicos" (capítulo VI). É uma posição que se poderia transferir para Espinosa, calando as objecções de alguns dos seus leitores, nomeadamente dos que se insurgem quanto à arbitrariedade das definições iniciais da *Ética*.

Para além destas e doutras afinidades positivas que aproximam os dois pensadores judeus, há também discordâncias que os unem pois, como lembra Ponczek, aqueles que têm inimigos comuns amigos são. Tanto Espinosa como Einstein hostilizaram (e foram hostilizados) pela *intelligentsia* coeva, opondo às teorias dominantes visões desviantes, que as contestavam. Assim aconteceu com Espinosa que à crescente empiricização da Ciência opôs uma vertente metafísica, assente em essências intemporais. Assim aconteceu com Einstein que discordou da Teoria Quântica da Escola de Copenhaga, criticando o indeterminismo. Os dois negaram a contingência, quer ontológica quer antropológica. Os dois se demarcam de interpretações mecanicistas e reificantes do conceito de tempo, sendo a universalidade e a atemporalidade das leis da Natureza um dos tópicos do espinosismo que mais influenciou Einstein.

O livro de Ponczek desenrola-se em dez capítulos, precedidos de uma apresentação do autor e dos objectivos pretendidos. O primeiro capítulo dá-nos uma breve biografia de Espinosa, como seria de esperar por parte de quem considera importante o contexto e a história pessoal no que respeita à génese e compreensão das teorias. Não pretendendo fazer uma análise exaustiva do trabalho em causa, limitar-nos-emos a assinalar aspectos que nos pareceram particularmente interessantes, sublinhando alguns pontos polémicos e/ou interpretações originais. Deste modo, relevamos do capítulo II ("A filosofia de Spinoza e algumas lições pedagógicas") uma curiosa interpretação dos atributos, entendidos como projecções da substância em diferentes planos, sendo os modos considerados como "*duplas manifestações locais finitas de um ser ilimitado*" (capítulo II). É o olhar do cientista que, através dos conceitos de inércia e de força externa, aproxima a pequena física do autor da *Ética* e a grande mecânica de Newton (capítulo II.). De particular interesse para os alunos de Física – ou para quem pretende obter conhecimentos nesta matéria – é o capítulo V – "Reflexões históricas sobre a Teoria da Relatividade. Sugestões didáticas". Nele Ponczek propõe-se fazer uma "*história bem comportada da Teoria da Relatividade Especial e Geral*" integrando estas teses

num contexto interdisciplinar amplo. As discordâncias de Einstein perante as teorias de Mach e de Heisenberg são-nos apresentadas como reforço da posição defendida pelo autor da Teoria da Relatividade, cujo objectivo é compreender a Natureza "*tal como ela é e não como se nos apresenta aos sentidos*" (capítulo V). Nota-se um desejo marcado de contextualização das teorias físicas – neste caso as Teorias da Relatividade Geral e Especial – ligando-as, bem como as suas antecessoras, "*às especulações filosóficas dos seus autores*" (capítulo V). De igual modo é nítida a vertente pedagógica, uma perspectiva que Ponczek nunca abandona e que resulta da sua longa experiência de ensino. Devido a ela aconselha os professores a nunca abandonarem o humor, por muito formais e científicas que sejam as teses que ensinam. É também interessante e esclarecedor o relato feito das críticas ideológicas a que foram sujeitas as teses de Einstein, sobretudo por parte de físicos alemães anti-semitas. Mais uma vez fica patente que o conhecimento científico não se desenvolve numa redoma e que há factores extrínsecos que são parte importante da sua génese.

Se o capítulo V é de cariz predominantemente histórico e científico, o capítulo VI – "Encontros metafísicos de Einstein com Spinoza" – tem uma vertente filosófica, embora não abandone a incidência pedagógica. O objectivo é sublinhar a convergência entre o programa de pesquisa científica de Einstein e a metafísica de Espinosa. Trata-se, pois de mostrar a professores e alunos de Física, as vantagens que terão se perceberem as Teorias da Relatividade (especial e geral) a partir do pensamento de Espinosa e não como uma "*construção interna da física*" (capítulo VI).

A perspectiva filosófica e a presença de Espinosa continuam a fazer-se sentir no capítulo VII que se debruça sobre a essência, a existência e o princípio de incerteza. Inicia-se com ele um processo diferente – a exploração das afinidades negativas entre Einstein e Espinosa, ficando patentes as discordâncias do primeiro relativamente a Bohr, Born e Heisenberg. Tal como o filósofo judeu se opôs aos sistemas metafísicos coevos, também Einstein se insurgiu contra o indeterminismo e a contingência defendidas pela Escola de Copenhaga. A presença do autor da *Ética* continua a fazer-se sentir nas interpretações contemporâneas da Teoria Quântica e da Teoria da Relatividade, como é o caso das teses de Bohm. Estas são hipóteses que "*devolvem ao mundo microscópico o determinismo tido como perdido*" (capítulo VII), dizendo-nos Ponczek que a teoria das variáveis ocultas representa a consumação dos sonhos

de Espinosa e de Einstein no que respeita a um mundo ordenado, livre de contingências e de arbitrariedades.

Os capítulos IX e X integram a última parte da obra, nitidamente orientada para a pedagogia, propondo-se Ponczek corrigir as actuais deficiências do ensino/aprendizagem da Física, mediante o recurso a Espinosa. Trata-se de uma pedagogia filosofante, descentralizada e descentralizadora, "*uma pedagogia sem sujeitos nem objetos*" (capítulo IX). Retomando a metáfora do martelo que o filósofo judeu usara no *Tratado da Reforma do Entendimento*, Ponczek propõe-nos uma pedagogia que contrarie a especialização estreita e acarinhe a visão interdisciplinar. Para ele, há que "*pensar como a Natureza pensa*" (capítulo X). Ora o pensar faz-se ser através de nós mesmos, pois somos modos do Ser e, como tal, o conhecimento implica uma vibração comum do Ser com os seres bem como dos seres entre si. Pensa-se, como Espinosa nos propôs, "*junto com e não sobre o Universo*" (capítulo X), estabelecendo-se uma cosmodinâmica no acto de pensar.

A preocupação pedagógica está patente no cuidado com que se expõem, de um modo claro e acessível aos leigos em Física, teorias tão complexas como a Relatividade Geral e Especial ou o princípio da incerteza. A mesma atenção é concedida aos leitores não filósofos, para os quais certas noções básicas como essência, existência, duração, substância, tempo, são apresentadas de um modo simples embora não simplista. A abstracção dos conceitos quer da Física quer da Filosofia é minorada pela apresentação da génese dos mesmos e pela sua inserção no contexto histórico e cultural em que surgiram, o que os torna mais acessíveis permitindo a sua integração nas referências significativas e conceptuais dos leitores. O uso constante de histórias e de metáforas é outro auxiliar determinante, conseguindo que um discurso em si mesmo difícil se torne familiar para a mente de quem estuda. Note-se que todas estas ajudas não prescindem de dois requisitos prévios, indispensáveis segundo Ponczek para todo o aprendiz de Física: que saiba cálculo e que domine o raciocínio matemático.

O capítulo X é o culminar das intenções do autor. Nele nos é proposta "*uma pedagogia spinozista filosofante e pensante*", porque a Natureza em Espinosa não é pensada mas sim pensante. Ao formular as leis o homem é a Natureza em acto. Ele não cria as leis, antes as descobre, agindo e pensando em conformidade com a substância. Inspirado em Espinosa, Ponczek fala-nos da verdade como "*um campo ressonante de forças*", um resultado da comparticipação do homem com a Natureza.

A pedagogia clássica encara o mestre como transmissor de conhecimentos a um aluno que os absorve. Mais perto de nós, começam-se a considerar factores psicológicos, atendendo-se às motivações e aos interesses do aprendiz. Ponczek vai mais longe, entendendo o termo conhecimento no seu sentido francês de "*connaissance*", à letra "nascer com". Por isso valoriza o renascimento que toda a aprendizagem verdadeira implica, renascimento que decorre da relação dialógica. Mestres e alunos compartilham de um mesmo saber que é trabalhado na sala de aula. Inspirado em Espinosa e Einstein o autor propõe aos professores que estabeleçam nas suas aulas uma relação descentralizada, dialógica, fruto da relação entre partes e todo. Mestres e aprendizes deverão compartilhar um mesmo saber. É um processo solidário que não prescinde de um percurso solitário, uma aprendizagem individual e exigente que se reforça com aquilo que experimentamos todos os dias. A inserção no quotidiano, no que este tem de aparentemente banal e comezinho, permite-nos perceber que somos partes, malhas ou elos de uma cadeia contínua. Ora é na resolução desses aparentemente pequenos e triviais problemas que aprendemos a compreender o mundo.

Diferentemente das questões que a Física tradicional impõe aos seus alunos, as propostas de Ponczek processam-se de dentro para fora, partem de vivências, não são artificialmente impostas. Para ele, o mestre espinosista é descentralizador, substituindo as certezas por dúvidas e obrigando a um pensamento solidário. O aluno aprenderá a estar atento aos fenómenos circundantes e a sua iniciação científica far-se-á através deles, dispensando o recurso a bibliografias extensas pois o excesso de livros pode ter efeitos nocivos. Ponczek contesta as bibliotecas de dimensões babilónicas, considerando-as como verdadeiros obstáculos para um conhecimento conseguido.

O autor termina com uma recolha de trechos de pessoas célebres que escreveram sobre Espinosa, mostrando como este as influenciou, motivou ou simplesmente encantou. É um convite a ulteriores leituras para as quais o presente livro nos foi preparando, um livro que lemos com muito agrado, que nos interpelou, motivou e levantou questões. Houve interpretações que nos intrigaram e/ou surpreenderam; outras houve das quais discordamos. No entanto, todas elas nos fizeram pensar ou mesmo rever posicionamentos. A abertura para novos rumos do pensamento espinosano é a melhor homenagem que podemos fazer a quem simultaneamente nos fez tomar

consciência do modo como determinismo e liberdade convivem em cada homem. Como escreveu Ponczek : "*É necessário fazer da finitude do homem o seu projecto e não a sua prisão*" (capítulo X). No presente livro há inúmeras pistas para um projecto libertador.

Lisboa, setembro de 2008

Profª. Maria Luisa Ribeiro Ferreira
Dep. de Filosofia – Fac. de Letras da Univ. de Lisboa –
Alameda da Universidade – Lisboa – Portugal

INTRODUÇÃO

Constatei pelo meu longo périplo por várias universidades, congressos, encontros, simpósios, tanto de Filosofia como de Física, que os filósofos desconhecem a Física na mesma proporção que os físicos desconhecem a Filosofia. Os filósofos alegam que a Física enveredou por técnicas e matemáticas muito especializadas tornando-se de difícil compreensão para quem não tiver um longo adestramento nos métodos matemáticos e experimentais utilizados. Já os físicos, ainda mais pragmáticos, alegam que a Filosofia pouca ou nenhuma utilidade para eles terá. Alguns mais radicais chegam a dizer de alto e bom tom que "a Filosofia é pura perda de tempo". Tenho por objetivo maior mostrar que ambos estão equivocados. O mal-entendido e a falta de comunicação entre as duas comunidades dão-se principalmente pela forma pontual, a-histórica e antifilosófica como são ensinadas e divulgadas as ciências, e dentre estas a Física, em nossas escolas e universidades. Pretendo assim apresentá-la (notadamente a Teoria da Relatividade e a Teoria Quântica) de ângulos bastante distintos de como é normalmente apresentada nas nossas instituições de ensino e pesquisa. Acredito que a forma em que serão expostas as duas mais importantes teorias da Física moderna, desvelando as suas múltiplas articulações com a Filosofia, poderá ser útil não só a filósofos e físicos, mas também a um público culto interessado nas principais indagações da contemporaneidade. Sempre que possível, estarei buscando um justo equilíbrio de forças do pensamento científico e filosófico, visando o centro de gravidade dessas atividades do espírito humano.

Para sossego dos físicos mais ortodoxos, é, no entanto, importante sublinhar que a abordagem com a qual aqui será tratada a Física não pretende substituir os métodos tradicionais de operar os conceitos matemáticos, pois seria temerário supor que seu aprendizado possa ser feito sem um amplo e seguro domínio do ferramental matemático. Sabe-se perfeitamente o poder da matemática não só como a linguagem da Física, mas também como a grande metáfora da natureza, que através de um simples signo, ou uma relação entre eles, pode representar uma extensa narrativa dos fenômenos naturais. A conquista do quantitativo e da precisão adquiridos a partir da revolução científica do séc. XVII é irreversível, e só foi possível com a matematização

dos fenômenos ocorrida a partir de Kepler e Galileo. O que pretendo é servir de harmonia e contraponto filosófico às construções matemáticas operacionais da Física que tanto assustam os não-iniciados, vislumbrando nesta ciência uma aproximação essencial com a Filosofia, a Educação e a cultura. No linguajar médico significaria propor, para a cura da pedagogia da Física, um tratamento alternativo sem remoção da medicação principal. O que me move a propor esse novo ângulo de visada sobre a Ciência, e sobre a Física, em particular, é, repito, a forma estanque e pontual com que ela é geralmente ensinada nas salas de aula de nossos estabelecimentos de ensino médio e superior. A Física apresentada nas academias parece bastar-se a si própria tal qual um castelo feudal isolado por profundos fossos que ocultam os vínculos com a história do pensamento filosófico ou da práxis cotidiana, repelindo filósofos e outros pensadores da cultura.

De fato, os textos, ementas, planos de cursos das disciplinas de Física, adotados e praticados nas salas de aulas das universidades brasileiras, desde o pós-guerra, são, em sua grande maioria, traduções e adaptações de textos de autores norte-americanos, apresentando a Física em complexas construções matemáticas fundadas em exaustivos programas experimentais. Segundo esses textos, foi inventada por Newton, reinventada por Einstein, tendo em Galileo uma espécie de coadjuvante esforçado, porém pouco eficiente. Kepler e Copérnico são agraciados com uns poucos parágrafos. Descartes, Kant ou Hume quase nunca são mencionados; e nosso filósofo homenageado, Spinoza, um ilustre desconhecido.

Esses textos e programas, tecnicamente corretos, porém, sob os pontos de vista histórico e filosófico, extremamente pobres, já formaram várias gerações de físicos, químicos, engenheiros, matemáticos e professores com inegável eficiência e pragmatismo. No entanto, pelo menos três reflexões muito preciosas se perderam neste processo de aprendizagem: a possibilidade da Física abrir-se às questões metafísicas, aparentemente tão distantes, mas que no passado lhe deram origem; buscar na Física, particularmente em algumas de suas teorias, elementos relevantes para alguns dos problemas mais básicos da teoria do conhecimento, como sua origem, a essência ou possibilidade; e finalmente restituir o sentido originário de tempo na história da criação científica, buscando sua imbricação com outras atividades do espírito.

De fato, a Ciência surge, dos livros, cursos e do discurso da maioria dos professores universitários, como flashes instantâneos que, em passes de mágica,

nos induzem a crer que Newton, Einstein, Heisenberg ou Bohr, dentre outros, sem nenhum vínculo com os contextos históricos e filosóficos de suas épocas, tiraram de suas cartolas o conjunto de axiomas e leis com as quais sintetizaram a ciência de milênios. Este *abracadabra* faz surgir diante dos alunos, prontas e reluzentes, as relações $\boldsymbol{F = ma}$, $\boldsymbol{E = mc^2}$ ou $\mathbf{E = h\nu}$, antes mesmo que o raio de luz, que Einstein havia imaginado, toque o espelho! O objetivo é ensinar, assim, a Ciência como algo fechado, neutro, prático, linear, objetivo, desprovido de historicidade e conduzindo ora a um positivismo ingênuo ora a um empirismo radical. Não é prioritário saber como nascem e evoluem as ideias científicas, nem estabelecer vínculos e articulações entre elas, mas sim, como aplicá-las de sorte a produzirem efeitos práticos e imediatos. A corrida tecnológica e as frias leis de mercado nutrem esta pedagogia até os presentes dias. Portanto, não nos é revelado como são penosos, lentos e sinuosos os processos de evolução e aprendizado das ideias científicas, e muito menos como estas se relacionam com a totalidade das manifestações do espírito humano.

Procurarei assim mostrar como o pensamento científico pode caminhar em espirais de forma que ideias novas e revolucionárias podem conter, mesmo que inconscientemente, ideias religiosas, artísticas ou metafísicas. De fato, a história do pensamento registra muitos exemplos de entrelaçamento de atividades que hoje nos podem parecer como pertencentes a domínios completamente distintos, como a Ciência, a Filosofia, as Religiões, as Artes e a Cultura de uma forma geral.

Será a recriação de antigas ideias, ou a articulação, entre si, das diversas atividades culturais, uma mera coincidência? Ou será a estrutura do pensamento, muito mais complexa do que parece? Terá o homem a estranha capacidade de memorizar a origem de sua espécie repetindo ideias seculares? Certamente, o pensamento científico, e sua transmissão, evoluem de forma bem mais complexa de como é divulgado pela grande parte dos textos e currículos de Física, nos quais esta ciência aparece ensimesmada numa objetividade pontual produzida por lampejos isolados de gênios descomprometidos com a sociedade e a História, que se movem apenas pelas motivações internas de uma ciência pretensamente neutra.

Segundo T. Kuhn[1], a tendência dos livros-textos, a que ele denomina de manuais, a tornar linear o desenvolvimento da Ciência, acaba escondendo o processo que está na raiz dos episódios mais significativos de desenvolvimento científico.

O ensino de Física, engenharias e das ciências em geral, na maioria das universidades brasileiras (e por indução não tenho receio de generalizar esta observação para universidades de outros países), limita-se assim à leitura, por parte dos estudantes, de livros-textos especialmente preparados para adestrá-los em problemas normais e corriqueiros das teorias aceitas, até aquele momento, como corretas representações da natureza. Em seguida, os estudantes são submetidos a uma série de longas e estafantes listas de exercícios que reduzem o aprendizado a uma operação de condicionamento de reflexos do tipo "tal problema tal fórmula". Certa vez, quando estudavam juntas, ouvi minha filha Milena e suas colegas repetirem coisas tais como "*povotó igual piviti*" ou "*perua velha não rejeita tarado*". Perguntei-lhes o que significavam essas palavras bizarras, sendo informado, para meu espanto, que se tratava de fórmulas de Física... Como depois me confidenciaram, a primeira das expressões era uma forma de memorizarem a expressão Po Vo/To = Pi Vi/Ti, a chamada lei dos gases perfeitos, enquanto a segunda era um acróstico para PV= nRT, a lei de Clayperon! Muito mais relevante que memorizá-las é entender que as expressões matemáticas "falam" com o cientista ou tecnólogo a linguagem da natureza, assim como uma partitura ressoava, em silêncio, nos ouvidos de um músico surdo como Beethoven... Até a pós-graduação, e em muitos casos até a sua conclusão, é muito raro que os estudantes dos cursos científicos sejam incentivados por seus professores e orientadores a ler textos originais dos grandes pensadores (as chamadas fontes primárias) ou livros de História ou Filosofia da Ciência. O procedimento pedagógico comumente adotado, levado aos últimos estágios da formação de um cientista, faz com que este adquira um conhecimento parcial da ciência e passe a acreditar erroneamente que no passado a evolução do pensamento ocorreu de forma linear até chegar, sem traumas, às ideias e práticas científicas em vigor; e que no presente estas mesmas práticas sejam as únicas possíveis e imagináveis. Por outro lado, é muito comum também, as academias de ciência incutirem nos alunos um empirismo banal no qual as grandes descobertas científicas aparecem sempre precedidas por exaustivos programas de experimentação, como se a mente não fosse capaz de dar saltos que sintetizam vários saberes e a intuição não pudesse estabelecer relações entre os fatos passados ou futuros. Por exemplo, é comumente ensinado nas salas de aula que Einstein só pôde desenvolver a Teoria da Relatividade Restrita depois de tomar conhecimento da experiência de Michelson-Morley, o que ele jamais reconheceu.

Criam-se assim, no seio dessas academias, técnicos-cientistas altamente adestrados na resolução de problemas da ciência em vigor, mas que, por outro lado, sem a necessária visada multidisciplinar, em momentos de crise, serão pouco capazes de questionar criticamente uma ciência à qual se habituaram a perceber como intocável, além de que incapazes, se necessário, de buscar soluções heterodoxas. Para quê perder tempo lendo as obras originais de Copérnico, Kepler, Newton ou Einstein, se os textos as resumem de forma a tornarem-nas úteis para a prática científica? Para quê ler Aristóteles, Descartes, Spinoza ou Kant, se suas elucubrações filosóficas pouco têm de úteis para a resolução de problemas científicos atuais ou para a consolidação das teorias vigentes? O pragmatismo com que são treinados os físicos e professores de Física, isolando-os em pequenas comunidades pretensamente auto-suficientes, leva à falsa impressão de inacessibilidade que alunos, o público leigo, e até pensadores de outras áreas de saber, têm dessa ciência. A gestação deste livro pode assim situar-se nesse contexto onde paira a ideia central de que as Ciências "se bastariam a si próprias", não carecendo de reflexões acerca de sua essência e de sua evolução histórica.

***

Seria necessário começar este livro questionando o seu próprio título e problema maior, perguntando em voz alta o porquê de buscar Spinoza na Física ou no seu ensino? Não haveria pensadores mais afins à Ciência, cujas reflexões permitiriam construir um elo natural entre a Filosofia e a Física, tornando essa travessia mais curta e menos tortuosa? Por que não buscar Leibniz, Descartes, Kant ou até mesmo Aristóteles na Física? Não teriam esses pensadores cruzado com desenvoltura as tênues fronteiras que separam a Filosofia das matemáticas, da lógica e da própria Física? Por que então falar-se em Spinoza, autor de uma ontologia aparentemente distante dessas zonas de convergência da Filosofia com a Ciência? A construção de uma longa ponte entre a metafísica de Spinoza e a Física terá então que buscar na técnica das engenharias a sua inspiração. Quando o rio é largo, e o vão a ser coberto é grande a ponto de desestabilizar a construção, deve-se buscar, à guisa de ponto de apoio, uma ilha fluvial intermediária. Farei do pensamento científico de Einstein o ponto central em que se apoiará a nossa longa estrutura de concreto que permitirá o trânsito de ideias entre uma ontologia do séc. XVII e a moderna Física do séc. XX.

Desta forma, buscando a ilha intermediária que nos servirá de apoio, focar-se-á o olhar sobre um notável leque de afinidades existentes entre dois sistemas de pensamento, ainda que representativos de épocas muito distintas da História. Enquanto Spinoza viveu em pleno século do racionalismo e dos primeiros sucessos do mecanicismo newtoniano, Einstein enfrentou uma crença generalizada no indeterminismo devida à interpretação probabilística da Teoria Quântica, feita pela Escola de Copenhague. Manteve, até o final de sua vida, contra grande parte da comunidade científica, uma postura causal-determinista que pareceu a muitos "uma anacrônica relíquia do séc. XIX".

No entanto, essa inegável convergência de ideias, entre os dois pensadores, quase nunca — ousaria até dizer nunca — é revelada aos estudantes universitários de quaisquer cursos da chamada área científica, inclusive Física. Simplesmente os livros-texto omitem quaisquer articulações multidisciplinares, mostrando sempre a evolução da Física como decorrente de uma dinâmica apenas interna. A Teoria da Relatividade é também apresentada como decorrente de seus postulados básicos e estes, por sua vez, introduzidos por um Einstein apenas movido por sua intuição relativa às contradições da Física na virada do séc. XIX para o séc. XX. Jamais são questionadas as grandes motivações filosóficas do autor da Teoria da Relatividade, antes e depois de tê-la criado.

Transgredindo as fronteiras da Física, outra questão nuclear desta investigação será discutida nos dois capítulos finais deste livro, caracterizando o fato de que muitos sistemas filosóficos contemporâneos não conseguiram romper com o antropocentrismo, fazendo do homem o referencial privilegiado, o centro epistemológico a partir do qual se escrevem as leis da natureza, como fenômenos que sobre ele se projetam. Até os presentes dias, predomina a revolução copernicana às avessas: um homem alçado à condição de sujeito transcendental decodifica um mundo amorfo e desprovido de relações próprias. Questionarei o fato de que a Filosofia pós-kantiana, à guisa de superar a metafísica, reduziu a Filosofia ora a uma epistemologia centrada nas categorias do entendimento humano, ora a uma análise da linguagem de cunho lógico formal. Vive-se ainda na Ciência a era do positivismo lógico-lingüístico e do neo-empirismo, que influenciam determinantemente o aprendizado das ciências, e em particular da Física. Na vertente contrária, Spinoza e Einstein percebem o homem como *modo* de ser do universo que pensa junto com — e não sobre — a natureza, sendo assim para eles o homem,

elemento inextricável da *physis*, ou segundo o jargão spinoziano, *um modo finito da infinita substância*, ou seja, *uma manifestação finita de Deus infinito*.

Será visto, com o necessário cuidado, que Spinoza postula um cosmocentrismo em que uma realidade-substância única, ilimitada, manifesta-se ora na forma dos corpos físicos extensos, e ora na forma de ideias ou pensamentos, os chamados modos ou acidentes da substância da qual o homem é apenas uma manifestação possível, *um modo de ser*. Refletir-se-á com cuidado que Einstein, em 1905, elimina o último cenário imóvel e privilegiado do universo, sepultando a ideia de um éter em relação ao qual as leis da Física poderiam ser escritas de maneira única e singular, propondo, ao invés, uma democratização de todos os sistemas de referência nos quais as leis da natureza, estas sim universais, teriam a mesma forma. Spinoza cerca de três séculos antes já havia entendido que, se a natureza é uma única substância, suas leis devem ser escritas e entendidas da mesma forma em qualquer parte. Acredito ser essa ontologia da Unidade um importante traço comum entre os dois sistemas de pensamento, e sobre ele focalizarei o meu olhar.

A partir de então, a questão central deste texto direcionar-se-á no sentido de caracterizar os limites desta poderosa articulação para, desta forma, ampliar os horizontes perceptivos do processo de criação e transmissão do saber científico, e, com isso, educar cientificamente. Como desdobramento dessa proposta, apresentarei uma nova forma de entendimento da Teoria da Relatividade, não como uma construção interna da Física, mas fortemente articulada à imanência da metafísica spinoziana que, ao contrário de outras filosofias trascendentalistas, lhe é coerente. O que proponho não é ensinar a Ciência com vistas a objetivos estritamente tecnológicos, a ela externos, mas, reensiná-la como ressonância do homem frente ao cosmos, ao universo e à natureza do qual é uma manifestação.

Tomarei como ponto central da investigação, a obra de Spinoza, um pensador praticamente ignorado nos textos científicos de cunho didático, e tido geralmente como construtor de uma ontologia aparentemente distante da prática científica. Ainda que a influência que Baruch Spinoza (1632,1677) exerceu sobre Albert Einstein (1879,1955) seja discutida e aceita por uns poucos biógrafos e epistemólogos, jamais é levada ao conhecimento de alunos ou mesmo de pessoas leigas interessadas nas áreas científicas. Entre esses poucos especialistas, o que varia, sendo objeto de polêmica, é o grau atribuído, de intensidade, extensão e natureza, dessa influência. D'Espagnat[2] percebe no

espaço-tempo curvo da Teoria Geral da Relatividade uma forte analogia com o atributo extensão da substância, definido na Ética de Spinoza, e Kouznetzov[3], indo além, percebe na busca de Einstein de um campo unificado, uma motivação filosófica para encontrar neste conceito a própria substância spinoziana. M. Paty, com quem mantive um proveitoso diálogo por ocasião de sua permanência na Bahia em 2001, critica ambos, vendo nessas comparações um livre exercício imaginativo, desprovido de uma contextualização histórica mais rigorosa. Questiona Paty que programas filosóficos construídos em épocas distantes, em contextos diferentes, não podem ser comparados de forma simplista. No entanto, no aeroporto, já sendo chamado para o embarque no vôo que o levaria de volta a Paris, ele abriu-me a possibilidade de se vislumbrarem as "afinidades" e os "encontros", como prefere chamar, existentes entre a *natura* spinoziana e a visão do universo de Einstein. Seguindo a metodologia de Paty, embora transgredindo, com bem menos cautela, os limites sugeridos pelo epistemólogo francês, procurarei caracterizar os principais vetores de convergência entre os dois pensadores, a saber, a questão religiosa, a descentralização de modos (entes) e observadores privilegiados, a causalidade determinista, o realismo, o panteísmo naturalista e a espacialidade do tempo; pois creio que, sem correr os riscos apontados por Paty, dificilmente poder-se-á estabelecer uma unidade e coerência, ao longo da história do pensamento científico e filosófico. Julgo assim que na busca das afinidades entre as ideias centrais de sistemas filosóficos aparentemente distintos, é possível encontrar-se a estrutura comum essencial do pensamento, como estado ressonante do homem com o mundo.

Utilizando como fontes primárias obras e citações de ambos os pensadores sobre essas grandes questões, tentarei estabelecer até que ponto o programa científico do grande físico foi explicitamente influenciado pela Filosofia spinoziana. Assim, quaisquer que sejam a ordem e a intensidade dessas influências e afinidades, cristaliza-se uma nova dimensão do entendimento em que as Ciências e a Filosofia são construídas em um contexto histórico comum que se caracteriza por múltiplas articulações e complexas imbricações. Essas questões, a meu ver, não devem ficar restritas ao âmbito de uns poucos estudiosos, mas devem ser levadas às salas de aula, aos seminários de nossas universidades e até ao conhecimento de um público não-profissionalizado, mas sensível às grandes questões culturais da contemporaneidade.

No capítulo I, por motivos que exporei, apresentar-se-á uma pequena biografia de Spinoza, contextualizada, religiosa e historicamente, com o objetivo de enfatizar as afinidades biográficas existente entre o filósofo e Einstein. Serão expostos os motivos pelos quais a filosofia de Spinoza entrou em rota de colisão com as principais religiões monoteístas e, em particular, com o judaísmo conservador dos marranos portugueses da Amsterdã do séc. XVII. Mostrarei como o pensamento de Spinoza abriu, a facadas, o caminho para o Iluminismo francês, para o *Aufklärung* germânico e para a secularização do judaísmo.

O capítulo II é uma introdução aos aspectos da filosofia de Spinoza mais diretamente ligados à Física, explicitando-se as posições deste autor, francamente contrárias ao acaso, ao livre-arbítrio ou à existência de um "eu pensante" central, e favoráveis às leis da natureza, não como gêneros de conhecimento humano, na interpretação de alguns, mas como *modos infinitos* que podem ser entendidos enquanto manifestações universais de uma substância infinita (campo unificado?). Este capítulo, por sua extensão, e por sua aparente distância da didática da Física, é o que provavelmente mais esforço demandará do leitor não-iniciado na filosofia spinoziana, mas, por outro lado, a sua leitura paciente possibilitar-lhe-á uma melhor compreensão dos capítulos finais deste trabalho.

Mostrarei a seguir, no capítulo III, que dois dos mais importantes princípios de conservação da natureza, o da energia e o do *momemtum* linear, tiveram provavelmente a sua origem nos mitos de criação do universo e estavam também presentes no *arché* dos filósofos pré-socráticos. A partir de Galileo, Descartes e Leibniz, estes princípios evoluem ao se expressarem na forma de leis matemáticas que representam a invariância e os aspectos de eternidade da natureza, implícitos nos axiomas da metafísica spinozista.

Em seguida, no capítulo IV, extrai-se um conceito físico de causalidade, caracterizando a sua evolução ao longo da História. Enfatizarei a transformação desse conceito na mecânica newtoniana, em que a força é uma causa externa cujo efeito não é o movimento, mas, sim, a sua mudança. Apresentarei a polêmica entre racionalistas e empiristas acerca da prioridade ou posteridade do conceito de causalidade, questionando a possibilidade de as leis da mecânica newtoniana poderem ser imediatamente estabelecidas pelos sentidos. Confrontar-se-á a tese kantiana de que a causalidade é uma categoria *a priori* do entendimento humano, em oposição à de Spinoza, que está associada a

uma necessidade ontológica da natureza *per se*. Mostrarei, ao longo do texto, que Einstein adotou esta última conjectura. Questionarei também a postura radicalmente empirista que se apossou da prática científica, a partir do séc. XIX, e pela qual se acredita que só é possível fazer-se uma ciência confiável desde que derive diretamente da experimentação.

O capítulo V é uma tentativa de se fazer uma história bem comportada, e a mais fiel que me foi possível, das teorias da relatividade especial e geral, sem grandes concessões dadas à intuição. No final desse capítulo é que me permiti algumas pitadas de humor que possivelmente agradariam aos autores da Ética e da TR.

A partir do capítulo VI, através de citações de Einstein, confrontadas com proposições de Spinoza, procurarei evidenciar o encontro de ideias entre o físico e o filósofo, conjeturando que isso pode ter levado Einstein à sua conhecida posição contrária ao acaso e a favor de uma necessidade causal imanente a Deus e à Natureza. Mostrarei também no capítulo VI que a Teoria da Relatividade, obedecendo a um método geométrico euclidiano, é uma teoria estritamente causal na qual o espaço-tempo é o cenário para uma teia (*web*) de eventos conectados causalmente por sinais cuja velocidade ***c*** é o limite absoluto para a produção das transformações da matéria. Entenderei assim a causalidade, em Einstein e Spinoza, como uma condição ontológica de racionalidade do universo, e não apenas uma categoria do espírito humano. Deslumbra-se a possibilidade de um paralelismo entre uma filosofia desprovida do "eu" e uma Física desprovida de referenciais privilegiados. Ainda neste capítulo, o tempo einsteiniano será interpretado, como fazia Spinoza, enquanto uma comparação entre as durações da existência das coisas materiais causalmente interligadas ao observador corporificado (relógio) ao qual não se confere nenhum papel central. Argumentarei que o relógio einsteiniano não mede um tempo substancial e externo, mas sim marcha com seu tempo próprio, que a depender de seu movimento relativo poderá se dilatar. O sentido originário do tempo, como comparações de existências, será assim "dessubstancializado", deixando também de ser considerado como uma intuição *a priori* de um sujeito transcendental. Explicita-se com isso o compromisso, dos dois pensadores, de construção de uma filosofia da natureza que vigora no homem ao invés de uma filosofia de um homem transcendente numa natureza que lhe é externa. Com as afinidades, convergências e articulações de ideias assim extraídas, sugerirei um entendimento da Teoria

da Relatividade com um olhar não apenas nas aplicações de ordem prática, levando o aprendiz a um positivismo exacerbado e simplista, mas sobretudo dirigido a um tecido social, filosófico e científico unificado, que possa instigá-lo à reflexão profunda e a questionamentos críticos.

Denominarei de afinidades negativas entre Einstein e Spinoza, as discordâncias que Einstein tinha em relação a seus contemporâneos, motivado, como pretendo caracterizar, pela metafísica de Spinoza. A interpretação ontologicamente contingente e antirrealista da Teoria Quântica será considerada uma dessas afinidades, sendo esse tema específico discutido, com maiores detalhes, nos capítulos VII e VIII nos quais se exercitará uma reflexão de cunho metafísico sobre aquela que é considerada, juntamente com a Teoria da Relatividade, a mais importante teoria científica do séc. XX. Dedicarei o capítulo VII ao entendimento da Teoria Quântica sob um ponto de vista filosófico em que serão reintroduzidas nas esferas dessa ciência as distinções metafísicas entre essência e existência, propondo no formalismo quântico variáveis de essência e de existência, no sentido definido na Ética de Spinoza.

Nos capítulos VIII, IX e X, continuarei em busca dos elementos metafísicos comuns ao projeto científico de Einstein e à ontologia de Spinoza, refletindo sobre as tais "afinidades negativas", ou seja, o que os une por discordância a outras interpretações da realidade, sendo a Teoria Quântica, mais propriamente a interpretação contingente dada à realidade física pela chamada Escola de Copenhague, o alvo mais visado pelas críticas einsteinianas. No capítulo VIII, abordarei especificamente o famoso paradoxo do gato de Schrödinger, à luz de uma crítica determinista de Einstein, que tem supostamente a sua gênese no necessitarismo de Spinoza. Refletir-se-á também sobre o papel da vontade no ato de observação e como o determinismo e o indeterminismo se enfrentam na História da Ciência, podendo ser considerados faces distintas de uma mesma moeda. Neste momento, adotarei a máxima que reza que "aqueles que têm inimigos comuns são amigos". Embora Einstein tivesse sido um áspero crítico da indeterminação introduzida pela interpretação probabilística dada ao formalismo ondulatório da Teoria Quântica, por razões óbvias é um anacronismo absolutamente desprovido de sentido supor ou conjeturar que Spinoza se oporia a uma interpretação contingente e antirrealista da Física. Parece-me mais sensato supor que Einstein a ela se opôs de uma forma análoga a que Spinoza se opusera a todos os sistemas metafísicos de sua época que admitiam a contingência na natureza e

a liberdade da vontade humana, o chamado livre-arbítrio. É nesse sentido que se afirmará que Spinoza e Einstein tinham em comum a negação da contingência ontológica, tanto na natureza como um todo, como na natureza humana tomada em separado.

Por fim, proporei nos dois capítulos finais, sempre inspirado em Spinoza, um entendimento *filosofante* consistindo na descentralização da sala de aula e do mestre e seus aprendizes, nela enclausurados, como sujeitos transcendentais; e que os prosaicos acontecimentos que compõem o cotidiano das pessoas, pedagogicamente podem ser tão ou mais relevantes que as lições que ocorrem com hora marcada, em um *locus* centralizado como é a sala de aula.

O acender da chama de um fogão caseiro; o líquido engarrafado que se congela a um toque de nossa mão; o cozimento de um ovo em água fervente, evaporando-se rapidamente em fogo alto; as cores sequenciais do arco-íris, e a existência necessária de dois arcos; as fases da lua relacionadas às marés; a dança ressonante de uma árvore ao sabor da música do vento; o gotejar inclinado da chuva nas janelas de um carro em movimento; os sons ora agudos ora graves das ruidosas buzinas do trânsito; o repicar dos sinos da igreja mais próxima, revelando a riqueza sonora dos harmônicos; a atenta observação dos raios luminosos; são fenômenos que se revestem de uma importância cósmica e com os quais o aprendiz convive, co-pertencendo a uma infinita malha de acontecimentos que determinam a sua, e as demais existências no mundo. Sabe-se que Einstein não chegou à sua Teoria da Relatividade especial através de um aprendizado sistemático em sala de aula, e sim através de uma intuição que lhe ocorrera aos 16 anos, ao observar com atento cuidado um raio luminoso, imaginando como este apareceria a um viajante que se deslocasse com a mesma velocidade. Desta forma, esse *modo de ser* cognoscente que é o homem encontrar-se-á diuturnamente com uma quantidade imensa de outros modos-objetos com os quais interagirá forjando fortemente a sua realidade, e neste processo contínuo de conhecimento, envolve-se ele num mundo rico de relações e significados, consumando-se então o ato pedagógico, apenas sugerido em sala de aula.

À guisa de orientação aos leitores que se depararão, ao longo deste livro, com uma gama razoavelmente ampla de temas que possivelmente poderão fazê-los se perder num labirinto multidisciplinar, devo esclarecer que toda essas questões encontram, na filosofia de Spinoza, o seu fio de Ariadne. Este livro não é mais do que a tentativa de unificar quatro grandes questões que

me desafiam há muitas décadas: entender e ensinar a Física com uma visão spinozista de mundo; em que extensão Einstein a empregou quando criou a Teoria da Relatividade — e criticou a Teoria Quântica —; refletir sobre os rumos opostos que a Filosofia e a Ciência tomaram após a consolidação da grande construção epistemológica, erguida em torno de um sujeito humano transcendental; e, finalmente, propor caminhos spinozistas para a educação e o entendimento científicos.

Na metafísica de Spinoza, que ressoará fortemente na Filosofia da Ciência de Einstein, buscarei uma inspiração comum. Afinal Heidegger já havia dito:

> A representação da ciência, nunca poderá decidir se, com a objetidade, a riqueza recôndita na essência da ciência não se retira e retrai ao invés de dar-se e se deixar aparecer. A ciência nunca poderá fazer esta pergunta e, muito menos, questionar esta questão. [...] Nenhuma física tem condições de falar da física. Em si mesma, nenhuma física pode vir a ser objeto de uma pesquisa física[4].

Ao longo deste texto, jamais deixarei de falar de Física — e de seu aprendizado — porém colocando-me, em alguns momentos, fora dela para assim a sua essência "dar-se e se deixar aparecer". Convido o leitor a trilhar pacientemente este longo, e tortuoso, percurso, através da História e da Filosofia da Física, para que no final ela nos ressurja revigorada em sua essência. Esta última forma de pensar pergunta por um universo que, posto sob a indagação humana, parece se precipitar guiado pelas rodas da fortuna, como uma das faces do grande dado de Deus.

Parte I

A FILOSOFIA DE SPINOZA E SUAS CONSEQUÊNCIAS PARA A FÍSICA

CAPÍTULO I

PEQUENA BIOGRAFIA DE SPINOZA

A biografia de Spinoza é bastante conhecida, e abordada por um sem-número de autores muito competentes. Seria assim aparentemente desnecessário começar este livro com um resumo biográfico que pode parecer precário e incompleto, se comparado às melhores biografias do filósofo. No entanto, para que o leitor conheça melhor, não só o apreço de Einstein por este pensador, mas entenda também as motivações do autor deste texto: buscar o "Spinoza que existe na Física", será necessário repetir resumidamente alguns episódios da vida do filósofo, pois esta se constitui em si mesma num dos mais importantes elos que o ligam a Einstein, e, portanto, à Física.

Para entendermos melhor a vida, a Filosofia e as diversas influências que Spinoza sofreu, devemos conhecer a fundo não só a questão judaica envolvendo a vida do filósofo, mas também a história da formação da grande comunidade judaica sefaradita de Amsterdã. Tentarei, ainda que superficialmente, acompanhar o longo périplo do povo judeu até chegar à Holanda, no séc. XVII, e que pode ser desmembrado em quatro grandes acontecimentos: a diáspora de Israel na época de Cristo, a chegada e a longa permanência na Espanha, a fuga para Portugal, no final do séc. XV devido à Inquisição, e o novo êxodo para a Holanda no séc.XVII, onde finalmente nasceu o filósofo.

Inicialmente vou me reportar a cerca de dezesseis séculos antes de seu nascimento, mais precisamente ao ano 70 d.C., quando as legiões romanas comandadas por Tito invadem Jerusalém, destroem o Templo de Salomão (do qual hoje só resta o grande muro ocidental, o chamado Muro das Lamentações), e tentam transformar a cidade fundada pelo Rei David, cerca de 1000 anos antes, numa espécie de Roma oriental à qual denominaram de *Aelia Capitolina*. Aos judeus, só restaram duas alternativas: resistir a Roma ou simplesmente emigrar.

A despeito dos vários bolsões de resistência à invasão romana, a maior parte dos judeus, logo após a destruição do Templo, resolveu emigrar, fenômeno histórico denominado de a grande Diáspora Romana. Hoje, praticamente todos os judeus espalhados pelo mundo são descendentes desses primeiros emigrantes de Israel, que seguiram basicamente duas linhas migratórias. Uma delas, ao longo dos cursos dos rios Reno e Danúbio, tinha como destino a Europa Central, região chamada em hebraico de *Askenasia* onde hoje se situam Alemanha, Áustria, Polônia, Hungria, Rússia, República Checa, Ucrânia, Letônia, Lituânia etc. A outra leva de emigrantes preferiu a Península Ibérica, região denominada de *Sefaradia* e onde hoje se situam Portugal e Espanha. Após alguns séculos depois da diáspora, formaram-se duas grandes etnias judaicas: os *asquenasitas* da Europa Central, que, ao longo de séculos, adquiriram algumas características dos povos hospedeiros do centro-leste, como, por exemplo, a pele mais clara e cabelos alourados, e os *sefaraditas* da Península Ibérica, que mantiveram a pele morena e os cabelos castanhos mais escuros de seus ancestrais de Israel[1].

Sete séculos depois da Diáspora Romana, nos situaremos mais precisamente em 711 d.C., quando os árabes invadem a Península Ibérica, conquistando a região, e estabelecendo, com os judeus ali radicados desde a divisão entre os impérios Romano e Bizantino, uma coexistência pacífica baseada na cooperação cultural e comercial. A comunidade judaica prosperava com o comércio de pedras preciosas, tecidos e iguarias do Oriente, e durante muitos séculos, ainda na Idade Média, judeus e árabes passaram a estudar a Ciência e a Filosofia gregas, tentando conciliá-las ao monoteísmo bíblico e muçulmano. Filósofos árabes, notadamente Averroes (Ibn Ruchd, em árabe), Alpetragius (Al Bitruji), Geber (Jabir Ibn Aflah), e judeus, como Maimônides (Moshé ben Maimon), Gersônides (Gershon ben Levi), Nachmânides (Moisés ben Nachman) que viveram na Península Ibérica por volta dos sécs. X, XI e

XII (motivo pelo qual os nomes dos principais filósofos árabes e judeus foram latinizados para facilitar a pronúncia e a referência nos meios cristãos ocidentais) incorporaram o saber grego, principalmente a filosofia de Aristóteles, a medicina de Hipócrates e Galeno, a geometria de Euclides e a astronomia de Ptolomeu, ao *Corão* e à *Torá*. Tentaram assim, antes de Tomás de Aquino, conciliar o saber grego com os Livros Sagrados. A vida cultural e comercial na Península Ibérica, notadamente na cidade de Córdoba, região da Andaluzia, em torno dos sécs. X a XIII, era tão intensa, e contrastava tão grandemente do restante de uma Europa em parte ainda semibárbara ou então dominada pelo dogmatismo cristão medieval, que não teria receio de dizer que o primeiro Renascimento europeu ocorreu justamente nessa região e nessa época. Judeus e árabes viveriam pacificamente na Península Ibérica até meados do séc. XV, quando assume o poder o casal Fernando de Aragão e Isabel de Castela, os chamados Reis Católicos, que declaram uma guerra santa tanto a muçulmanos como a judeus. Os que não cultuassem o catolicismo seriam expulsos, forçosamente convertidos ou posteriormente submetidos à Inquisição, quando eram julgados sumariamente como hereges ou infiéis, sendo punidos com severos castigos, inclusive a fogueira, em rituais públicos denominados de autos de fé. Depois da expulsão dos árabes, os judeus seriam o principal alvo dos Reis Católicos. A lista de torturados e condenados à morte pela Inquisição é imensa e bem documentada[2].

O objetivo principal de tais perseguições era menos a "purificação religiosa dos infiéis" do que, na verdade, o saque e a pilhagem dos bens dessas famílias, fossem convertidas ou não, para assim levantar fundos para as campanhas de guerra e expansão do império espanhol. A perseguição culmina com o édito de expulsão dos judeus que não quiseram se converter ao Cristianismo, ocorrida na Espanha em 1492, e em Portugal em 1496.

Nesse fatídico ano de 1492 cerca de 120 mil judeus foram expulsos da Espanha pelos Reis Católicos, e cerca de 100 mil buscaram refúgio em Portugal, atraídos pela forma benigna como Portugal havia tratado os judeus até então. Os judeus portugueses criaram a "Nação Judaica Portuguesa" ou os "Homens da Nação", como se autodesignavam. Mas tampouco em solo português estavam seguros. Segundo Bethencourt[3], pressionado pelos Reis Católicos para expulsar os judeus de toda a Península Ibérica, D. Manoel I, que desejava desposar a filha herdeira do trono espanhol, acabou por ceder às pressões espanholas, encontrando uma ideia de erradicar o judaísmo sem, no entanto,

dispensar a habilidade e os recursos de seus membros, principalmente nas atividades de comércio e administração. A ideia consistia em restituir os direitos civis aos judeus, mas em troca de um preço exorbitante para alguns e impagável para a maioria: a conversão ao cristianismo. Em suma, o propósito de D. Manoel poderia ser assim resumido: batismo ou expulsão. Os que concordaram com o batismo passaram a ser conhecidos por conversos ou "cristão-novos". No entanto, outra grande parte da comunidade, determinada a não abandonar a sua fé, se preparou para deixar Portugal. Em 1497, por ordem real, já no porto de embarque, milhares de judeus foram arrastados à força e levados às pias batismais para uma conversão coletiva forçada. O propósito de D. Manoel havia sido simplificado: conversão. Depois desse episódio, muitos continuariam a praticar a religião judaica a portas fechadas enquanto, de público, professavam a fé católica, dando início a uma prática muito comum na época, denominada de *criptojudaísmo*, ou seja, judaísmo oculto. Os que praticavam o judaísmo secretamente eram chamados de *marranos*, termo derivado de *mahanan*, que significa porco em árabe. A tradição marrana consistia na prática secreta de rituais como a circuncisão, o *bar mitzvah*[4], orações especiais no dia do *shabat*[5] e dietas alimentares próprias. A tradição começou na Espanha, antes do édito de expulsão de 1492, e tornou-se comum em Portugal depois de 1500.

Para apaziguar os ânimos dos cristãos recém-convertidos, o rei promete que nos próximos 20 anos ficariam proibidos quaisquer tipos de questionamentos sobre a vida religiosa dos conversos. O decreto real foi prorrogado por mais 20 anos que se revelaram fundamentais para a preservação da "Nação Judaica Portuguesa". É relevante, no entanto, entender que em Portugal, ao contrário do que ocorrera na Espanha, os conversos (tanto os *marranos* quanto os que de fato passaram a adotar a fé católica) formavam um grupo relativamente coeso e organizado. Uniram-se principalmente para evitar a vinda e a instalação dos Tribunais de Inquisição em solo português. Foram bem-sucedidos apenas até 1536, quando, por influência e pressão direta da Espanha, o papa Sixtus IV autoriza a instalação do Santo Ofício em Portugal, presidido por um conselho, e este, por um inquisidor[6]. Dentre os mais famigerados inquisidores está Tomás de Torquemada, conhecido por sua crueldade, intolerância e fanatismo religioso, que escreveu um capítulo sangrento do Santo Ofício na Península Ibérica, e em suas colônias. Seu alvo principal foram os judeus assumidos e em seguida

os *marranos*. Em 1540, o primeiro auto de fé é realizado em Lisboa fazendo com que muitos judeus abandonassem o país. Ainda segundo Bethencourt, após o primeiro êxodo de Portugal, nem os conversos foram poupados de novas perseguições, sob a suspeita de não serem cristãos convictos e de estarem praticando o criptojudaísmo. No entanto, o grande êxodo de Portugal ocorreria após 1580, ano em que Felipe II, de Espanha, sobe ao trono português, iniciando a dinastia filipina que, até 1640, deteria o poder em toda a península ibérica. Despótico e absolutista, Filipe II era o mais fervoroso dos monarcas católicos da Europa. Desconfia de judeus conversos e odiava os protestantes, vendo neles uma ameaça à fé católica e ao seu império. Logo após sua subida ao trono em 1556, Filipe II iniciou forte repressão aos protestantes dos Países Baixos, provocando a eclosão de uma revolta liberal e a seguir a Guerra dos 80 anos contra as Sete Províncias do Norte, que reuniam as cidades de Utrecht, Haia, Leiden e Amsterdã, dentre outras. Após a vitória das Sete Províncias, esta última se proclamou independente da coroa espanhola, constituindo posteriormente a República Unida da Holanda.

Após a vitória sobre a Espanha, os holandeses aceitaram a emigração dos *sefaraditas* perseguidos na Espanha e Portugal, que estabeleceram em Amsterdã uma espécie de zona franca onde gozavam de relativa liberdade e tolerância religiosa. Segundo estatutos da nova república, nenhum de seus habitantes seria importunado por motivos religiosos. A Holanda se tornaria o primeiro país da Europa onde a liberdade de credo era garantida por lei, e onde os perseguidos religiosos ou políticos poderiam encontrar abrigo.

Por volta de 1600, o rei Felipe III, em troca de dinheiro, permite a saída dos conversos e *marranos* rumo a Amsterdã. Dentre os que emigram está José ben Israel, pai de Menasseh ben Israel, que se tornaria o mais importante rabino de Amsterdã e mestre religioso de Spinoza. Em 1625, Felipe IV instaura a Inquisição contra os *marranos* remanescentes, e em 1640 o rei português D. João IV lhes promove grande perseguição.

O estatuto da nova democracia holandesa favorecia os judeus que encontram na Holanda o porto seguro para os conversos e marranos cansados das perseguições na Península Ibérica. Amsterdã foi fundada no séc. XIII, mas somente após a consolidação da República da Holanda no séc. XVII é que, atraídos pela tolerância religiosa, os conversos portugueses começaram a se estabelecer na radiante cidade. No entanto, desde o édito dos Reis Católicos até a chegada à Holanda, muitas gerações já haviam se passado, e grande

parte dos conversos tinha perdido o vínculo com suas reprimidas raízes judaicas, nutrindo uma ferrenha vontade de resgatá-las com certa pressa e com forte dose de ortodoxia e conservadorismo. Há relatos sobre a chegada de várias famílias em 1593. Instalaram-se principalmente em Vlooeienburg, delta do rio Amstel, que ficaria a partir de então conhecido como o bairro judeu. Documentos comerciais da época mostram que, apesar de haver muitos espanhóis, a maioria dos membros das duas recém-formadas congregações Bet Yacoov e Neve Shalom era constituída de portugueses. Curiosamente, até hoje os avisos das casas judaicas de oração da Holanda são escritos em português. Na Amsterdã dessa época, dizer-se que alguém era "português" era praticamente equivalente a dizer que era judeu.

Em 1618 uma dissidência na comunidade Bet Yaacov cria a terceira comunidade judaica de Amsterdã, a Bet Israel. Vinte anos mais tarde, em 1639, as três congregações sefaraditas se unem criando a Talmud Torá. A grande sinagoga na rua Houtgracht foi escolhida como o lugar de culto da congregação unificada. Neste local, Spinoza se iniciará em seus estudos talmúdicos, e também será este o cenário dos tristes incidentes que culminariam com sua punição.

De uma participação relativamente modesta, no início do séc. XVII, a Nação Portuguesa de Amsterdã logo adquiriu importância no comércio internacional. Destacara-se na importação de tabaco, seda e pedras preciosas. Dispunha também de suficiente estrutura comercial para abrir o mercado a um produto novo: o açúcar de cana. Após a invasão de Pernambuco pelos holandeses da Companhia das Índias Ocidentais em 1630, uma leva de judeus deixou Amsterdã fixando-se em Recife, onde fundaram a primeira sinagoga das Américas. Esta sinagoga situada na cidade velha de Recife foi recentemente restaurada, permitindo interessantes estudos sobre a religião e a forma de vida dos marranos portugueses de Amsterdã. Conhecê-la é também conhecer um pouco de Spinoza, pois um ramo de sua família emigrou ou esteve em nosso país.

Resumidamente, a Holanda converte-se assim na primeira metade do séc. XVII no principal destino da maioria de judeus fugidos da Península Ibérica, tornando-se pouco tempo depois um dos mais importantes entrepostos comerciais, sede da Companhia das Índias Ocidentais e Orientais, além de um grande centro cultural da Europa. Muitos ilustres pensadores e artistas que viveram na Holanda do séc. XVII exemplificam bem sua importância cultural. Descartes, o grande mentor filosófico de Spinoza, aí se

estabeleceria como combatente voluntário do exército holandês, e, segundo alguns, para fugir da estreiteza do pensamento na França submetida ao férreo controle religioso do Cardeal Richelieu. O mais célebre jurista e historiador da época, Hugo de Grotius, considerado o pai do Direito Internacional, ficou encarregado de redigir um instrumento jurídico que definisse o status legal dos judeus recém-chegados. Os pintores da escola flamenga Rembrandt e Johannes Vermeer e o físico Christian Huygens, que estabeleceu a teoria ondulatória da luz, também podem exemplificar a efervescência cultural da Holanda do séc. XVII.

Rembrandt van Rijn (1606-1669), considerado unanimemente o maior pintor flamengo, em 1639 passou a residir no bairro judeu numa ampla casa, situada no número 4 da rua Breestraat, na ilhota de Vlooeienburg, na mesma época em que Spinoza com 7 anos ensaiava seus primeiros passos em direção à sinagoga vizinha. Portanto não seria absurdo supor que, em determinado momento, os dois gênios tivessem se encontrado ou pelo menos se cruzado nas estreitas vielas que margeiam os canais de Amsterdã. Embora Rembrandt tivesse retratado diversas personalidades judaicas da época, nenhum *portrait* de Spinoza foi encontrado até hoje.

A cultura e os centros de estudos judaicos renasciam depois de um longo período de trevas em território ibérico, e muitos conversos e marranos reassumiriam a sua religião original, e a família portuguesa Espinosa, recém instalada na Holanda, também. Depois de mais de um século de perseguições, renascia em Amsterdã, forte e vibrante, a Nação Judaica Portuguesa. Apesar de sua relativa integração econômica e social à vida holandesa, os Homens da Nação estabeleceram uma comunidade extremamente ortodoxa e comprometida com a exegese das leis e ensinamentos judaicos interpretados à risca e sem grandes aberturas a especulações filosóficas ou hermenêuticas. Amsterdã se tornara o local onde os conversos tinham a oportunidade de retornar à religião de seus ancestrais da Espanha e Israel, mas a retomada da prática religiosa foi um processo difícil para alguns judeus livres-pensadores como Spinoza, Uriel da Costa, Juan de Prado ou Daniel de Ribera, que se defrontaram com uma sociedade extremamente tradicional na qual a Bíblia era lida com uma ortodoxia que impedia a interpretação de suas metáforas. Este seria o cenário histórico onde nasceria o nosso filósofo.

De forma resumida, pode-se dizer que Baruch Spinoza (1632–1677) que, em português, se traduz por Benedito ou Bento de Espinosa, segundo

grafia preferencialmente adotada por biógrafos de língua portuguesa[7], foi um filósofo nascido na Holanda de pais judeus portugueses, obrigados a abandonar Portugal pelo longo período de perseguições que se sucedeu ao mencionado édito de expulsão de D. Manoel I, ocorrido em 30 de novembro de 1496.

Os Espinosa eram tipicamente uma família de sefaraditas portugueses, ou seja, legítimos membros da "Nação Judaica Portuguesa". Baruch descende, por parte de pai, das famílias Álvares e Rodrigues de Espinosa. Seu pai chamava-se Gabriel Álvares de Espinosa. Por parte de mãe, ele descende das famílias Nunes, Garcez e Gomes originárias da cidade do Porto. Sua mãe chamava-se, de solteira, Ana Débora Gomes Garcez. A genealogia de Spinoza é assim tipicamente portuguesa[8]. Foi descrito fisicamente como esbelto, moreno, com longos cabelos castanhos cacheados e grandes olhos escuros, descrição que está próxima à aparência da maioria dos judeus sefaraditas.

O pai de Spinoza, Gabriel ou Miguel, era um desses marranos, fazendo o jovem Baruch começar, aos seis anos de idade, seus estudos frequentando a *yeshivá*[9] da grande sinagoga *Talmud Torá* de Amsterdã, sendo discípulo dos rabinos Saul Levi Morteira, com quem se desentenderia posteriormente, e o já mencionado Menasseh ben Israel, de nome português Manoel Dias, cujos ensinamentos tornaram-no profundo conhecedor do misticismo (Cabala) e do racionalismo (Talmud) judaicos, o que poderia credenciá-lo ao rabinato.

Segundo Ernest Renan:

> Essa potente tradição de idealismo e de esperança contra toda a esperança, essa religião que obtém de seus adeptos os mais heróicos sacrifícios, sem que pertença a sua essência, nada promete para além da vida. Esse foi o meio são e fortalecedor no qual se desenvolveu Spinoza. Sua educação foi, inicialmente, hebraica por completo: essa grande literatura de Israel foi sua primeira e, melhor dizendo, sua perpétua mestra, a meditação de toda a sua vida[10].

Spinoza falava espanhol, português como língua materna, holandês, francês e o ladino (português espanholado falado pelos judeus ibéricos, ou seja, uma espécie de "portunhol" da Idade Média). Além disso, conhecia bem o latim e o hebraico ao qual dedicaria uma *Gramática da Língua Hebraica*.

Sua biografia é realmente uma das mais fascinantes da História da Filosofia. Embora tivesse sido iniciado por seu pai no mundo dos negócios, tendo na infância as facilidades somente disponíveis às famílias mais abastadas, a pureza de sua alma levou-o posteriormente a recusar cargos e honrarias e a levar uma

vida das mais frugais. Lê-se em várias fontes que Spinoza, indicado por Leibniz, foi procurado por J. Fabritius, emissário do eleitor Carlos Ludovico, que lhe propôs um contrato para lecionar em Heildelberg, assegurando-lhe liberdade de expressão. "*Vossa liberdade será inteira*", disse-lhe Fabritius, acrescentando, porém: "*porque o príncipe está convencido de que dela não abusareis para perturbar a religião estabelecida*", mas este adendo não agradou a Spinoza que lhe respondeu na carta XLVIII:

> Eu não compreendo bem em que limites será preciso encerrar esta liberdade de filosofar que me querem dar de bom grado, sob condição de não perturbar a religião estabelecida e depois o que eu desse de instrução à juventude me impediria a mim mesmo de avançar na filosofia. Só consegui obter uma vida tranquila sob a condição de renunciar a toda a espécie de lições públicas[11].

recusando em seguida o cargo.

Continuou, ao longo de sua vida, agindo sempre em defesa da independência e isenção de suas ideias. Como exemplo de sua vida frugal e desprovida de ambições pessoais, depois da morte de seus pais, optou por habitar sempre em pequenos quartos de aluguel. Em ordem cronológica inversa, viveu em Pavilioensgracht, em Haia, onde completou a Ética e um pouco antes numa rua próxima, a Stillverkade. Antes de se mudar para Haia, viveu durante 7 anos em Voorburg, pequeno vilarejo próximo de Haia e antes por 2 anos na bucólica Ryjnsburg, situada à beira do Reno, próxima de Leiden, a meio caminho entre Amsterdã e Haia. Depois de sua saída da casa de família em Amsterdã, viveu em várias moradas nesta cidade. Ele nunca foi proprietário de uma casa e nunca ocupou mais do que dois cômodos: um dormitório e uma sala de trabalho. Segundo seu primeiro biógrafo, um pastor luterano contemporâneo de nome Colerus, Spinoza chegou a ser considerado, por um de seus senhorios, o casal Van der Spyck, como uma espécie de eremita ou até mesmo santo:

> Quando estava em casa não incomodava ninguém; ele passa a maior parte de seu tempo tranquilamente em seu quarto. Quando lhe acontecia encontrar-se fatigado por ter-se envolvido demais em suas meditações, ele descia e falava aos da casa de tudo o que podia servir de assunto a um entretenimento comum, até mesmo de frivolidades[12].

Em decorrência da forma radical com que sempre defendeu suas ideias, sem fazer concessões, morreu pobre como polidor de lentes, ofício este que o levou a contrair uma infecção pulmonar provocada provavelmente pelo pó

de vidro que respirava horas a fio, e que seria a causa de sua morte precoce. Segundo outras fontes, o problema foi agravado porque quando mais jovem foi um fumante inveterado de cachimbo. Quando seus amigos perguntavam-lhe: "*Como um grande pensador como V.S. pode ser um modesto polidor de lentes?*"— costumava responder-lhes, inspirado no exegeta bíblico Gamaliel: "*um homem inteligente que não tiver um ofício tornar-se-á um patife*". Ainda segundo Colerus, costumava também surpreender o atônito casal Von der Spyck, ao satisfazer-se apenas com um prato de mingau de aveia, com um pouco de manteiga e passas. "*É incrível*", escreveu Colerus, alojado na mesma casa, "*com quão pouco de comida ou bebida ele parecia estar satisfeito*"[13].

> Spinoza queria sobrepujar as paixões. Ele certamente praticou o que pregava. Nunca em sua vida ficou raivoso ou perdeu o controle (das emoções) a despeito das inúmeras provocações que sofrera. Era autodisciplinado a ponto de heroísmo. Todo pecado era devido à ignorância, dizia. A miséria deve ser entendida em relação às suas causas, e como uma parte da ordem total da natureza. Uma vez isto entendido, não se é levado à tristeza, ódio ou desejo de vingança[14].

Preferiu assim a solidão e a frugalidade a ter que fazer concessões às instituições, quer fossem religiosas ou acadêmicas. Seu pai, próspero mercador da comunidade judaica de Amsterdã, e um de seus mais importantes membros beneméritos, deixou-lhe grande fortuna, fato este questionado por sua meia-irmã Rebeca, que reivindicou para si parte dos bens. Vitorioso nos tribunais, abdicou da fortuna desejando para si apenas o *ledakant*, que pertencera a seus pais e sobre o qual veio a falecer. O *ledakant* era uma cama de dossel que a um simples puxão de cordões poderia ficar isolada por um grosso cortinado de cetim, e que somente os mais abastados membros da burguesia holandesa podiam se dar ao luxo de possuir. O leito conjugal de seus pais foi o único luxo que Spinoza se permitiu e o único abrigo seguro que encontrou em sua curta existência. O seu inventário de bens é comparável aos dos santos da tradição católica, que fizeram voto de pobreza, como São Francisco de Assis[15].

Outro bem documentado exemplo da pouca apetência que Spinoza tinha aos bens materiais envolve as várias ofertas de ajuda financeira que lhe fez um amigo holandês, Simon de Vries. Inicialmente de Vries tentou convencê-lo em vão a aceitar uma renda anual. Depois, quando já em seu leito de morte, de Vries quis fazê-lo seu herdeiro, Spinoza ainda teve tempo de dissuadi-lo, aceitando apenas uma módica quantia anual de 500 florins. Quando de Vries

morreu deixando no testamento a tal renda, Spinoza procurou o irmão do falecido para em comum acordo reduzir a quantia para 300 florins. Ao que tudo indica, a aveia, as passas, as poucas roupas surradas, a pequena biblioteca e o aluguel de seu cômodo somados não custavam mais do que 300 florins ao ano... Ele não precisava de mais nada e viveu exatamente como havia escrito: o dinheiro é importante apenas na medida das necessidades.

Spinoza foi um filósofo do mundo, mas também judeu, e, por sua vontade, jamais deixaria de sê-lo; se foi considerado um "mau judeu", por alguns dirigentes da Talmud Torá, que acabaram por expulsá-lo da comunidade, isto se deveu à estreiteza de visão do judaísmo da época, e, particularmente, à clausura religiosa que estavam submetidos os sefaraditas portugueses, radicalmente reconvertidos ao judaísmo, avessos a qualquer secularização da cultura tradicional. Segundo E. Renan, a comunidade da Sinagoga de Amsterdã (como vimos, composta, em sua maioria, de sefaraditas portugueses), depois de séculos de perseguições medievais e inquisitoriais teve, no séc. XVII, o seu espírito enfraquecido e amedrontado, tendo-se apegado a estreitos parâmetros, morais e legais, que conduziam a uma exegese bíblica tímida e eivada por um convencionalismo religioso:

> A literatura hebraica, assumindo o caráter de um livro sagrado, tornou-se objeto de uma exegese convencional, na qual se tratava menos de explicar os velhos textos, no sentido de seus autores, do que nela encontrar um alimento para as necessidades morais e religiosas dos tempos. O espírito penetrante do jovem Spinoza viu logo todos os defeitos da exegese da Sinagoga. A Bíblia que era professada estava desfigurada por mais de dois mil anos de contrasensos. Ele quis ir além. No fundo ele estava com os verdadeiros pais do judaísmo, como, em particular, o grande Maimônides, que havia encontrado meio de introduzir, no judaísmo, as mais fortes ousadias da Filosofia. Ele entrevia, com sagacidade maravilhosa, os grandes resultados da exegese crítica que devia cento e vinte cinco anos mais tarde dar a inteligência verdadeira das mais belas obras do gênio hebreu[16].

De fato, a concepção filosófica de Spinoza era demasiadamente moderna para uma época de grandes e rápidas transformações científicas e políticas, levando-o a conclusões que o distanciaram da estreiteza do judaísmo oficial professado em sua época, o que acabou lhe custando a expulsão do seio da comunidade sefaradita de Amsterdã. Ele tinha de fato grandes adversários dentro e fora dessa ortodoxa comunidade. Seu mais famoso e preparado oponente foi um certo José Oróbio de Castro, ex-marrano português, famoso erudito do

Talmud, nomeado como uma espécie de inquisidor, que tentou refutar as teses de Spinoza empregando os mesmos métodos geométricos de nosso filósofo.

Kaplan[17] sustenta que certos *marranos*, como José Oróbio, para preservar suas vidas, tiveram de se afastar do meio judaico, e quando a ele retornaram o fizeram com uma ferrenha ortodoxia, para assim aliviarem-se de seus sentimentos de culpa e frustração. Já outros, como Uriel da Costa[18] e Juan de Prado, dois sefaraditas dissidentes que defendiam, dentre outras coisas, o princípio da não imortalidade da alma; quando em contato com as filosofias seculares e com a ciência contemporânea, acabaram como Spinoza, por refutar essa mesma ortodoxia, tornando-se depois ovelhas desgarradas do judaísmo oficial. Ovelhas desgarradas deixarão, no entanto, de ser ovelhas?

Algumas tentativas foram feitas, de parte a parte, para se chegar a uma reconciliação, porém, de um lado, a óbvia recusa do filósofo de mudar uma vírgula sequer de suas ideias[19], e de outro, a intransigência de uma comunidade conservadora, acuada e insegura, levou ao rompimento definitivo. Em 1656, Spinoza recebeu o *cherem*, espécie de sentença de expulsão da comunidade. Apesar da violência verbal do texto, lido *in absentia*, e mesmo tendo Spinoza sido expulso da comunidade, o seu *cherem* foi uma pálida versão do equivalente católico, o auto de fé. Mesmo em alguns casos extremos, como o de Uriel da Costa, quando lhe foram aplicadas 39 chibatadas, a punição não é comparável à fogueira nem à câmara de torturas, a que foram condenados os hereges da Inquisição. Além disso, o *cherem* tem validade apenas local, e, portanto, também não deve ser comparado à excomunhão papal, de validade global. Ainda assim, o *cherem* de Spinoza foi um dos mais tristes episódios da história do judaísmo culto, pois foi uma das raras vezes em que a comunidade judaica pôde ser considerada como algoz e não a vítima da situação.

Para o azar de todos e da História, a única pessoa que seria capaz de apaziguamento dos espíritos, o erudito rabino cabalista Ben Israel, retratado num célebre *portrait* por Rembrandt, encontrava-se na Inglaterra, em missão diplomática, tentando convencer o ministro Cromwell a abrir as portas inglesas aos judeus fugidos da Europa Central.

Johnson[20] sustenta que a razão da expulsão de Spinoza deveu-se menos a um conflito direto com o judaísmo do que ao medo que a recém-estabelecida comunidade judaica de Amsterdã tinha de que suas ideias desagradassem a setores mais radicais do protestantismo. Uma dissensão interna poderia evidenciar uma falta de controle da comunidade judaica sobre seus membros,

provocando uma nova onda de perseguições, levando a comunidade recém-expulsa da Península Ibérica a uma nova diáspora ou pelo menos à perda de sua relativa liberdade. De fato, apesar da prosperidade econômica da Nação Judaica Portuguesa em Amsterdã, esta vivia constantemente atormentada pelo medo de que qualquer desvio ideológico ou religioso de um de seus membros pudesse ser mal recebido pelas autoridades calvinistas da Holanda, provocando represálias contra toda a comunidade.

De forma semelhante, Kaplan[21] sustenta que a expulsão de Spinoza foi uma satisfação da comunidade judaica dada aos governantes holandeses para assim se eximir de qualquer responsabilidade sobre o que dizia o nosso filósofo. No entanto, esses motivos não absolvem seus dirigentes de uma intransigente ortodoxia, e, no mínimo, acomodação e conformismo. Afinal, ideias bem mais tolerantes circulavam entre algumas seitas liberais protestantes holandesas. Por outro lado, um juízo a *posteriori*, dado há mais de três séculos depois do fato, leva à necessidade de um referencial ético e a outras comparações contemporâneas. Novamente as punições inquisitoriais podem servir como padrão de tolerância da época. É assim inevitável supor que o *cherem* imposto a Spinoza, com seus termos virulentos[22], foi relativamente mais brando do que a condenação e prisão impostas, em 1633, pelos Cardeais do Vaticano, a um inofensivo Galileo, já em idade avançada, ou à cruel imolação nas fogueiras dos autos de fé a que foi submetido Giordano Bruno, em 1600. A comunidade judaico-portuguesa de Amsterdã tinha ainda a seu favor o argumento de que, com respeito aos questionamentos religiosos, Spinoza foi bem mais contundente que seus colegas italianos. Desta forma, se comparado às ideias liberais de algumas seitas protestantes, o castigo imposto a Spinoza parece demasiadamente duro, mas se comparado às punições coevas da Igreja Católica, ele foi brando.

Segundo Chauí[23], se as teses de Spinoza contrariam em princípio alguns aspectos da Torá, notadamente a transcendência e a incorporeidade de Deus, por outro lado, não estão em desacordo com a concepção imanentista da cabala, de um universo que se confunde com Deus e suas emanações. É certo que havia uma disputa antiga no interior do judaísmo, envolvendo talmudistas e cabalistas, mas isso nunca foi motivo para rupturas ou dissensões tão graves.

> A *cabalá*, considerada como aceitável para muito judeus, era de tendência panteísta; o Zohar[24] tem muitas passagens que sugerem que Deus é tudo e tudo é Deus. Vinte anos depois da morte de Spinoza, o rabino sefaradita de

> Londres, David Nieto esteve em apuros por produzir uma obra em espanhol, "Sobre a Divina Providência", que identificava a natureza com Deus. A polêmica foi julgada pelo grande talmudista Zevi Ashkenasi de Amsterdã, que sentenciou que a obra de Nieto não só era aceitável como também comum a vários pensadores judeus[25].

Não fosse assim, a grande instabilidade política da Europa, da Holanda em particular, e a ausência de Ben Israel, o conflito provavelmente poderia ter sido resolvido, de forma menos traumática, no interior da comunidade judaica de Amsterdã, ainda que esta não pudesse ser considerada, como vimos, exatamente como liberal ou mesmo tolerante a ideias heterodoxas.

As indagações e questionamentos de Spinoza, que mais causaram polêmica e resistência na comunidade judaica de Amsterdã do séc. XVII, foram basicamente se o mundo seria o corpo material de Deus e causa imanente de todas as suas transformações (ideia que sua filosofia poderia conter nas entrelinhas e contrária à ideia bíblica de um Deus incorpóreo, transcendente e criador); se a alma seria imortal e distinta do corpo (ideia platônica da qual a sua filosofia se afastava, e que foi incorporada ao Cristianismo) ou ainda se os mortos ressuscitariam com a vinda do Messias, ideias que já tinham sido questionadas antes por Uriel da Costa, Juan de Prado e Daniel de Ribera, valendo também, aos dois primeiros, humilhantes punições da comunidade judaica de Amsterdã. Spinoza argumentava que estas duas últimas crenças não constavam da Torá (Pentateuco), estando escrita apenas no Livro dos Profetas (Isaías e Daniel) ao qual pouco crédito dava. No Tratado Teológico Político, Spinoza defende a tese de que os discursos dos profetas se revestem de aspectos psicológicos, lingüísticos e idiossincráticos, não podendo ser considerados, pois, como fontes confiáveis de saber ou verdades reveladas, sem antes serem submetidos a uma hermenêutica que leve em consideração os simbolismos e as minúcias da língua hebraica, à qual o filósofo dedicou parte de seus estudos. Para Spinoza, os profetas eram humanos e não supra-humanos:

> Isto não é pensar, e sim sonhar, crer que os profetas tiveram um corpo humano e não tiveram uma alma humana, e, por conseguinte, sua ciência e suas sensações foram de uma natureza distinta da nossa[26].

Para não cometermos anacronismos simplificadores e pensar o séc. XVII como se fosse o século das luzes, devemos nos lembrar novamente que Spinoza viveu em uma época em que os judeus, com os espíritos embrutecidos por

perseguições medievais e sucessivas diásporas, não tinham um território e sequer uma língua a que se apegar. Muitos dos *marranos* até os costumes judaicos haviam esquecido, outros ao judaísmo retornaram com uma incomum ortodoxia, senão franca intransigência religiosa. A Bíblia era assim "a pátria portátil dos judeus", à qual deviam apegar-se com fanatismo e fervor, e quaisquer questionamentos, mesmo que nos seus menores e mais sutis detalhes históricos, filosóficos ou psicológicos, poderiam pôr em risco a sobrevivência de uma comunidade instável e apegada a uma estreita exegese bíblica, na época necessária à sua sobrevivência em solo holandês. Logo após sua triste expulsão da comunidade judaica, o jovem marrano português Baruch de Espinosa havia se tornado o cidadão do mundo Benedictus Spinoza.

Segundo Chauí[27], Spinoza não se integrou à comunidade protestante de Amsterdã. Mesmo se o tentasse, suas ideias eram demasiadamente ousadas para serem aceitas por um protestantismo dogmático, irremediavelmente dividido em diversas seitas, como a dos gomaristas, radicais que defendiam os dogmas medievais do cristianismo como a Santíssima Trindade, apoiando a restauração da monarquia; os arminianos, bem mais liberais, republicanos que apoiavam os reformadores irmãos de Witt, além dos pietistas, os anabatistas, socinianos, antitrinitaristas etc. O protestantismo ainda se debatia contra a Igreja Católica para se consolidar como religião oficial em alguns países da Europa, fato este que culminaria com a eclosão da Guerra dos Trinta Anos entre protestantes e católicos. Assim, depois do *cherem*, Spinoza tornou-se um dos mais solitários homens da História da Filosofia e, por esse motivo, chegou a ser conhecido como "o marrano solitário" ou o "eremita de Ryjnsburg".

Ainda segundo vários biógrafos, Spinoza foi perseguido, e por muitas vezes teve que fugir ou então se calar para salvar a vida. Quando a monarquia foi restaurada na Holanda, trazendo de volta ao trono a dinastia da casa de Orange, uma turba enfurecida assassinou os irmãos de Witt, dirigentes republicanos, admiradores e protetores do filósofo. Este normalmente uma pessoa muito comedida, insensatamente resolveu sair às ruas para protestar contra "este ato de barbárie". Felizmente foi contido a tempo por amigos que o convenceram, com muita dificuldade, de ficar em casa. Lembrando que seus pais foram expulsos de Portugal pela Inquisição Católica, conclui-se que Spinoza foi injustiçado por todas as religiões monoteístas ocidentais. Se para a ortodoxia judaica, sua filosofia era inaceitável, por negar a transcendência

de Deus e a verdade revelada pelos profetas, para a ortodoxia cristã, era demasiadamente judaica, senão francamente ateia[28].

Como já fiz antes, não deixa de ser tentador comparar Spinoza a Galileo Galilei e Giordano Bruno, pela tenaz luta dos sábios italianos contra a ortodoxia dos cardeais do Vaticano. Enquanto Bruno defendia a ideia de um universo infinito, e, portanto sem centro, Galileo opôs-se a outorgar a quaisquer livros o poder de negar a evidência dos sentidos. A exemplo destes, Spinoza também sofreu acusações de heresia por parte dos exegetas ortodoxos da época. Além disso, o filósofo sefaradita superou o judaísmo aristotélico de Maimônides com um racionalismo inspirado inicialmente por Descartes e pela nova ciência pós-renascentista de Bruno, Copérnico e Kepler, criando um panteísmo racional e secular, facilmente assimilável a uma grande parte das gerações científicas e filosóficas futuras. No entanto, depois de sua morte, em 1677, seu nome foi praticamente deletado dos anais de filosofia, e publicar ou vender seus livros era considerado crime. Defender Spinoza era como cometer suicídio acadêmico, e assim poucos filósofos ousaram sequer citá-lo de forma positiva. Até o grande Kant recusou-se a lê-lo. O "espinosismo" tornara-se sinônimo de uma seita pestilenta, diabólica, ímpia ou herética. O tabu e a mística negativa em torno de Spinoza levaram mais de um século para serem superados. Em pleno século das luzes, depois da publicação do *Espírito das Leis,* Montesquieu, quando censurado pelo Vaticano, teve que negar que a sua concepção de estado, leis, ética e política eram de inspiração spinozista. Voltaire, com o escárnio habitual, a ele se refere como o "judeu de nariz grande e pele clara de espírito sutil, mas vazio". Alguns outros pensadores do Iluminismo, como os enciclopedistas Diderot e D'Alembert, usaram de subterfúgios para escrever sobre Spinoza. Dedicavam-lhe espaços consideráveis, mas eivados de críticas. Alguns pesquisadores dessa época sustentam que esta foi uma estratégia velada para ressuscitar sua filosofia nos meios acadêmicos. Como exemplo da virulência com que era atacado, é interessante reproduzir o diálogo que Spinoza teve com um de seus ex-alunos, Albert Burgh, respondendo-lhe nas cartas LXVII e LXXVI, com elegante astúcia, às mais torpes acusações.

> **Burgh:** "O senhor admite que encontrou a verdadeira filosofia. Como sabe que a sua filosofia é a melhor de todas que se ensinaram, ensinam ou ensinarão? Já examinou todas as filosofias antigas e modernas que são ensinadas aqui na Índia e no mundo? E mesmo supondo que as tenha examinado, como sabe

> que escolheu a melhor? Como ousa colocar-se acima de todos os patriarcas, profetas, apóstolos, mártires, médicos e confessores da Igreja?
> **Ainda Burgh:** sendo um homem miserável e um verme sobre a Terra como pode enfrentar a sabedoria eterna com sua blasfêmia? Que orgulho demoníaco o infla a ponto de fazê-lo julgar mistérios que os próprios católicos declaram ser incompreensíveis?
>
> **Spinoza:** Vós que admitis ter encontrado finalmente a melhor religião, ou antes, os melhores mestres, como sabeis que eles são os melhores entre aqueles que ensinaram, ensinam ou ensinarão? Já examinaste todas as religiões, antigas ou modernas que são ensinadas aqui na Índia e no mundo inteiro? E mesmo supondo que as tenha examinado como sabeis que escolheste a melhor?[29]

Somente depois do Iluminismo, na virada do séc. XVIII ao XIX, a influência de Spinoza tornou-se não só confessável como louvável. O poeta Goethe, os filósofos Friedrich Heinrich Jacobi, Friedrich von Hardenberg Novalis e Gotthold Lessing manifestam de público a sua admiração pelo outrora execrado marrano de Amsterdã.

Também nos meios judaicos, com o surgimento da *Haskalá*, a contrapartida judaica do Iluminismo francês ou do *aufklärung* alemão, que teve em Moses Mendelssohn (avô do compositor romântico Felix Mendelssohn) um de seus maiores expoentes, Spinoza não só foi reabilitado, como tido o mais importante precursor dos movimentos de secularização, esclarecimento e modernização de uma cultura judaica até então fechada em seus estreitos limites religiosos. Em meados do séc. XIX, Spinoza foi considerado pela própria *inteligentzia* judaica, notadamente germânica, o mais importante pensador judeu desde Maimônides.

> Havia no início do séc. XIX uma determinada tentativa dos judeus esclarecidos de se opor a uma apresentação do judaísmo como continuação do obscurantismo medieval, e influenciados por Spinoza e Voltaire, de substituir a imagem de um judeu praticante, pela de um judeu intelectualmente atraente. O primeiro requisito era de estabelecer uma ponte entre o judaísmo rabínico e o conhecimento secular. Mendelssohn e alguns de seus seguidores como Napthali Herz Honberg e Hartwig Wessely queriam renunciar à educação tradicional religiosa e abraçar a forma da religião natural[30].

Einstein, juntamente com Marx, Engels e Freud, considerado a mais importante personalidade desse movimento de emancipação da cultura judaica, iniciado no séc. XIX, percebe na identidade judaica de Spinoza um forte fator de empatia e aproximação:

> Para aqueles judeus que romperam com a tradição, ateístas no sentido de um Deus antropomórfico, como Spinoza e Einstein, o judaísmo é, entretanto um importante elemento de suas personalidades (...) Einstein nota que a concepção de Spinoza do mundo estava impregnada pelo pensamento e pela sensibilidade característicos da inteligência judaica na plenitude de sua vida, "eu sinto", escreveu ele, "que não poderia estar tão próximo de Spinoza se eu próprio não fosse judeu"[31].

Ainda segundo Einstein, em carta a Hoffman, Spinoza foi a mais profunda e pura alma que o nosso povo judaico produziu (Spinoza was the deepest and purest souls our Jewish people has produced)[32]. Como veremos adiante, com mais cuidado, Einstein, encontrou motivação em alguns conceitos spinozianos, como o de um Deus imanente à natureza, a isonomia ontológica entre corpo e mente e uma rígida causalidade que produzirão, a meu ver, uma grande ressonância em Einstein (ver capítulo VI). Freud embora reconhecendo que o *conatus* spinozista, como potência irracional de preservação da existência (ver capítulo II), é relevante para a sua concepção do inconsciente, prefere, no entanto, se omitir de fazer referências mais explícitas.

Depois da era das luzes, ou seja, do Iluminismo francês, da Haskalá judaica e do *Aufklärung* alemão, o pensamento de Spinoza não poderia mais se constituir numa ameaça a quaisquer religiões esclarecidas, muito menos ao judaísmo secularizado pela Haskalá, representando uma necessária renovação e adaptação a uma visão de mundo que se harmonizaria com a Ciência e a Filosofia pós-renascentista. Se possível fosse apagar das páginas da História o triste *cherem* de Amsterdã, os judeus do séc. XIX o teriam feito.

Spinoza deixou uma obra relativamente pequena em volume, mas grandiosa em seu conteúdo. Destaca-se, a sua obra prima, a *Ética, demonstrada à maneira dos geômetras,* de 1677, verdadeiro tratado de geometria filosófica (ou filosofia geométrica), dividido em cinco partes*: De Deo*; *De natura et origine mentis*; *De natura et origine affectuum*; *De servitute humana, seu de affectuum viribus e De potentia intellectus, seu de libertate humana*[33], escritas na forma dos Elementos de Euclides, com inúmeros axiomas, definições, lemas e proposições demonstrados através de exaustivas deduções lógicas, além de suas consequências particulares, denominadas de corolários, e comentários denominados de escólios. Trata-se de uma das mais importantes obras filosóficas de todos os tempos e ao longo da qual os leitores não poderão omitir sequer uma de suas deduções, mesmo aquelas que lhes parecerem

triviais, ou até mesmo desinteressantes, sob o risco de perderem a sequência e a conexão das ideias que no final, como prêmio, surgir-lhes-ão tão claramente como a demonstração de um teorema de Euclides. Segundo o mencionado filósofo e matemático Friedrich Jacobi, "*aquele para o qual uma única linha da Ética continuar obscura não poderá dizer que entendeu Spinoza*"[34].

No *Tratado Teológico Político* de 1670, Spinoza coloca os problemas das relações entre a religião e o estado, criticando toda a forma de estado teocrático, bem como questionando as visões proféticas, que lhe parecem ter sido escritas em linguagem metafórica, que não podem ser tomadas ao pé da letra, nem entendidas anacronicamente. Possivelmente, as ideias contidas nessa obra revolucionária e contestadora, não só para o judaísmo do séc. XVII, mas em relação às outras religiões ocidentais, tivessem sido a causa de sua expulsão da comunidade judaica de Amsterdã, ocorrida, no entanto, antes da publicação do livro. No *Tratado da Correção do Intelecto* de 1662, que tem como subtítulo "caminho pelo qual melhor se dirige ao verdadeiro conhecimento das coisas", Spinoza propõe o conhecimento das coisas a partir de suas causas, o que significa descobrir o modo como algo é produzido, e não simplesmente a sua descrição.

No *Tratado Político*, ele se antecipa em cerca de meio século aos Iluministas franceses, mostrando como o estado original de natureza do homem pode se projetar na forma de um contrato social. Nos *Princípios da Filosofia de Descartes* de 1663, faz uma exegese da filosofia de Descartes, já esboçando alguns elementos de sua própria, e finalmente — não em ordem cronológica — escreve uma *Gramática da Língua Hebraica,* importante para o entendimento da linguagem bíblica e, por conseguinte, das alegorias e metáforas proféticas.

Concluo esta precária e resumida biografia refletindo à moda dos psicanalistas sobre o possível significado que o *ledakant* teve para Spinoza. A cama e o cortinado que o isolava do mundo externo foram o útero primordial, aquecido e protegido, no interior do qual tinha sido gestado, e que, ao longo de sua existência, foi o abrigo onde pôde repousar, seguro das agressões e da intolerância de uma época estreita demais para conter sua filosofia. Para ele, o *ledakant* foi maior que o mundo...

CAPÍTULO II

A FILOSOFIA DE SPINOZA E ALGUMAS LIÇÕES PEDAGÓGICAS

A possibilidade de relacionar a metafísica de Spinoza à Física contemporânea será a essência desta investigação. Discutiremos se os pilares da Ética, notadamente suas duas primeiras partes, são coerentes com a filosofia da Teoria da Relatividade e contraditórias com a interpretação indeterminista da Teoria Quântica. Esta metafísica será também o *leit motiv* de uma pedagogia filosofante e multidisciplinar, que nos fará avançar nas questões de entendimento e aprendizado da Física. Refletirei até que ponto o pensamento filosófico de Albert Einstein foi influenciado pelo núcleo essencial da metafísica das primeiras partes da Ética, qual seja: a Santíssima Trindade constituída por substância, atributos e modos; a isonomia e o paralelismo entre as duas ordens de acontecimentos corpóreos e da mente; e as cadeias de necessidade com que se engendram os entes (modos) finitos. Além disso, refletirei também sobre a universalidade e a atemporalidade das leis da natureza, bem como sobre um princípio de causalidade, ontológico e universal, que permeia a Ética, para estabelecer até que ponto tais questões aguçaram as intuições filosóficas de Einstein. No capítulo VI, investigarei também se a ontologia de Spinoza é coerente com a espacialidade do tempo da TRE e a materialização do espaço-tempo da TRG. Nos capítulos VII e

VIII, buscarei o que há de comum, na crítica dos dois pensadores, à contingência e à indeterminação na natureza. Finalizando, nos capítulos IX e X, procurarei desdobrar essa ontologia comum, visando às possibilidades de uma pedagogia científica filosofante *per se,* bem como de uma práxis pedagógica da Física, de inspiração spinozista, que poderão estimular o aprendiz a reflexões filosóficas que vão além da mera operacionalidade científica.

A exemplo do que fez Spinoza na Ética, peço aos leitores certa dose de paciência para com os temas que serão abordados logo em seguida (substância, atributos, *conatus*, paixões, vontade, isonomia corpo-mente e pan-animismo, dentre outros). Embora pareçam distantes da prática científica e pedagógica, ao longo e no final desse texto, como prêmio, lhes aparecerão estreitamente relacionados a algumas das mais importantes questões da Física contemporânea. Conduzidos pelo fio de Ariadne da ontologia spinozista, guiar-nos-emos por um aparente labirinto multidisciplinar, que nos credenciará, já nesta parte, a valiosas ilações de importantes consequências pedagógicas.

A substância, modos e atributos: uma filosofia com rigor geométrico

A *Ethica ordine geometrico demonstrata* (Ética demonstrada em ordem geométrica), a mais importante obra de Spinoza, é construída a partir de definições, axiomas e lemas fundamentais dos quais são deduzidas as proposições (teoremas). Destas, por sua vez, seguem-se os corolários e os escólios explicativos, formando um sistema de partes inextricavelmente interligadas pela lógica dedutiva. Cada proposição demonstrada converte-se em um novo pilar axiomático sobre o qual repousará a estrutura lógica do sistema. A leitura desse impressionante livro torna-se assim, lenta e difícil, um verdadeiro *tour de force,* pois a cada momento Spinoza obriga-nos a virar as suas páginas para trás, em busca de definições, axiomas e proposições já apresentadas anteriormente. São poucas as proposições isoladas, ou seja, que não nos remetem a outras precedentes, obrigando o leitor a redobrada atenção. As duas edições da Ética que possuo estão esgarçadas de tanto virar suas páginas, de frente para trás e de trás para frente, pois o filósofo sefaradita, a exemplo de Euclides, comumente faz com que certas proposições mais avançadas recaiam em outras mais simples, já demonstradas anteriormente e que necessitamos rever. Algumas proposições têm demonstrações que recaem em múltiplas proposições ou corolários

anteriores; já outras são sucedidas por longos escólios, ou seja, explicações, e ainda podem desdobrar-se em vários corolários que são consequências ou variantes da proposição em questão. Em certo ponto do texto, reconhecendo a dificuldade que impôs aos leitores, o próprio Spinoza pede-lhes calma, pois que no final tudo há de se esclarecer. A obra resulta assim em um complexo e denso tecido de ideias, cuidadosamente deduzidas umas das outras, que fazem a mente percorrer um emaranhado de noções e silogismos entrelaçados. Segundo o matemático Jacobi, quem não entender uma sequer de suas proposições poderá perder-se a ponto de não poder prosseguir.

Esse método, no entanto, não é uma mera forma de apresentação, mas constitui a essência do pensamento spinozista. Quando o filósofo trata o universo, o homem e suas paixões, como Euclides trata de pontos, retas e planos, é porque, em princípio, da mesma forma como os teoremas da geometria deduzem-se de seus axiomas, os objetos da Filosofia, como a moral ou as paixões humanas, decorrem necessariamente da natureza das coisas, sendo expressos por axiomas ou definições mais básicas. Assim, o filósofo não se perguntará mais sobre as consequências de suas deduções, tal como o geômetra, que não se pergunta sobre a finalidade para a qual os triângulos têm a soma de seus ângulos igual a dois retos. Não é o método geométrico dedutivo que leva Spinoza a um determinismo lógico-causal, mas, sim, pelo contrário, o filósofo o emprega porque percebe o universo de uma forma racional e geometricamente entrelaçada.

Segundo Chauí[1], Spinoza deixou-se arrebatar pela geometria, não só porque a concebe com o mesmo encadeamento lógico do universo, mas também pela descoberta de Kepler de que o olho humano (ao invés de emitir raios perpendiculares à retina, em direção às coisas, como pensava a maioria dos gregos) é um instrumento óptico que, tal qual uma lente, capta os raios luminosos emitidos pelas coisas. Segundo Kepler, os olhos obedecem às leis de refração e reflexão da óptica geométrica, e estas, por sua vez, obedecem à geometria. A filosofia de Spinoza reflete o fato de o homem estar olhando o universo desde o seu interior, e daí mesmo vendo Deus, ao contrário dos escolásticos, que o contemplavam de dentro para fora, como uma criatura ao seu criador transcendente. Como as leis do olhar são as mesmas da geometria, Spinoza, que era, como já vimos, um refinado construtor de instrumentos ópticos, as conhecia muito bem... Chauí ressalta também que na pintura holandesa dos grandes mestres contemporâneos de Spinoza, como Rembrandt

e Johannes Vermeer, a luz brota sempre do interior da cena, ao passo que os mestres italianos, ainda influenciados pela escolástica tomista, retratam-na como uma luz sempre vinda do exterior.

A primeira parte da Ética, denominada *De Deo*, é construída inicialmente a partir de oito definições e sete axiomas, que constituem seus pilares de sustentação. Ao longo da obra, todas elas serão evocadas, sendo que quatro dessas definições constituem quase que permanentemente o discurso spinoziano: *substância, atributo, modo e Deus*, apresentadas na forma das definições 3, 4 e 5 e 6.

> Por substância entendo o que existe em si e por si é concebido, isto é, aquilo cujo conceito não carece do conceito de outra coisa do qual deva ser formado (Ética I, def. 3).
>
> Por atributo entendo o que o intelecto percebe da substância como constituindo a essência dela (Ética I, Def. 4).
>
> Por modo entendo as afecções (acidentes) da substância, isto é, o que existe noutra coisa pela qual também é concebido (Ética I, Def. 5).
>
> Por Deus entendo o ente absolutamente infinito, isto é, uma substância que consta de infinitos atributos, cada um dos quais exprime uma essência eterna e infinita (Ética, Def. 6)[2].

Dos sete axiomas, três deles serão particularmente essenciais para o entendimento deste texto:

> Tudo o que existe, existe em si ou em outra coisa[3].
>
> De uma dada causa determinada segue-se necessariamente um efeito, se não existe qualquer causa determinada, é impossível seguir-se um efeito[4].
>
> O conhecimento do efeito depende do conhecimento da causa e envolve-o[5].

Da definição de substância decorre que:

(1) toda substância é a sua própria causa, de outra forma ela seria produzida por uma outra coisa deixando de ser assim uma substância;

(2) a substância é infinita, pois se fosse finita seria *limitada* por outra(s) substância(s) e consequentemente dependeria desta(s);

(3) a substância é única, pois se outra(s) existisse(m) a limitaria(m), deixando de ser então uma substância.

Conclui-se assim que a substância é única, (absolutamente) infinita e causa de si própria. Define assim Spinoza que *só Deus é uma substância e esta*

é Deus. Veremos no final do capítulo VI que a condição de ilimitação da substância será ainda mais essencial que a de sua infinitude, uma vez que toda infinitude pode ser limitada por outra de ordem maior. Alguns comentadores da obra de Einstein, como Jammer[6], sugerem que, por essa razão, o primeiro modelo matemático tentado pelo físico era eterno, ilimitado, embora não necessariamente infinito (ver capítulo VI).

Do axioma 3 conclui-se que toda causa tem necessariamente pelo menos um efeito, e vice-versa, todo efeito é gerado por uma ou mais causas, ou, o que é equivalente ao axioma da causalidade: posta a causa surge o efeito e cessada a causa cessa o efeito (ver capítulo IV). O axioma 4 significa que uma causa implica lógica e necessariamente em seu efeito: $C \rightarrow E$. Na filosofia de Spinoza, o símbolo lógico $\rightarrow$ pode então significar produção de um efeito pela causa, bem como implicação lógica de uma ideia por outra. Assim, nesse sistema, causa e *razão de ser* são uma só e única coisa: *causa sive ratio.* Segundo A. Scala[7], uma ideia *causa* outra ideia de forma análoga à que uma coisa *causa* outra coisa. Refletirei se a renitente postura de Einstein em prol de uma causalidade na Teoria Quântica, ainda que de causas ocultas, pudesse ter sido influenciada por Spinoza (ver capítulo VIII).

A substância (de *substare,* ou seja, ser subjacente a algo) gera, ao mesmo tempo, sem jamais ter saído de si, todo o universo e a si própria, levando-o a um equilíbrio cósmico consigo mesmo. A filosofia de Spinoza pode assim ser considerada como um cosmoteísmo, isto é, Deus e o cosmos formam uma unidade inseparável, o que segundo Jammer[8] constitui um dos núcleos essenciais da religiosidade de Einstein que o levou a uma busca obstinada pela unidade da Física (capítulo VI).

Segundo ainda o filósofo:

> Digo que pertence à essência de uma coisa aquilo que, sendo dado, faz necessariamente que a coisa exista e que, sendo suprimido, faz necessariamente que a coisa não exista; por outras palavras, aquilo sem o qual a coisa não pode nem existir nem ser concebida e, reciprocamente, aquilo que, sem a coisa, não pode existir nem ser concebido[9].

A definição de essência (acima) caracteriza bem a distinção entre esta e a existência, e será para nós, muito importante, para introduzir na Teoria Quântica as variáveis de essência de um sistema físico (hamiltoniana) e de existência (posição e o momentum linear) (ver capítulo VII).

Outra assertiva comumente evocada ao longo da Ética, à qual algumas proposições recaem por silogismo, é que a essência de Deus envolve a sua existência, e, por outro lado, da essência de qualquer ente ou modo finito não resulta necessariamente a sua existência. Spinoza introduz, esta última, na forma de um axioma básico:

A essência do que pode ser concebido como inexistente não envolve a existência[10].

Assim, a essência (definição, atributos etc.) de qualquer modo finito não implica em sua existência e somente a essência de Deus implicará necessariamente em sua existência. Entendamos por quê. Podemos expressar este princípio de outra forma: "somente Deus existe porque é", o que lembra o "Sou o que Sou" bíblico. Desta forma, no sistema de Spinoza, a necessidade da existência de Deus resulta apenas de sua essência, resultando assim de um axioma fictício: "*Deus é o único ser necessariamente existente*", e assim a existência de Deus decorria de sua definição. No entanto, não poderia o mesmo ser dito de qualquer um dos modos? Quando defino um centauro como um ente que possui cabeça de homem e corpo de cavalo, nada me garante que tal ente exista de fato na natureza. Por outro lado, não poderia da essência singular de um humano chamado Pedro decorrer a sua existência? Não, pelo fato de que a existência de qualquer ente é finita na extensão e perecível no tempo. De uma essência imutável só pode resultar uma existência igualmente infinita (ilimitada) e eterna.

Portanto, para que a essência da infinita substância divina seja concebida, serão necessários infinitos atributos ou predicados eternos, pois que, se assim não fosse, estaríamos negando a sua infinitude (não limitação) através de um limitado número de atributos. Segundo o filósofo, "*Omnis determinatio, negatio*" tendo aqui *determinatio* o sentido de definir, restringir ou limitar por propriedades. A substância, em seus infinitos atributos infinitos, não pode ser definida nem como conjunto limitado de propriedades nem como sustentáculo de atributos.

Para o intelecto humano finito, apenas dois destes atributos seriam perceptíveis, a extensão (forma, volume, densidade, posição, repouso, movimento dos corpos etc.) e o pensamento (paixões, volições, intuições, ideias, vontade etc.). Se, pelo contrário, a mente humana fosse capaz de perceber a substância, em toda a sua infinita plenitude, a estaria determinando, e assim negando-a. Portanto, o pensamento e a matéria extensa são as únicas

coisas que percebemos da substância, pelo fato de que uma inteligência finita não pode definir algo que é infinito. É importante entender que na definição de atributo: "*Por atributo entendo o que o intelecto percebe da substância*...", o "intelecto" a que se refere Spinoza não poderia ser tão-somente o intelecto humano, pois se assim fosse apenas dois deles existiriam, justamente aqueles que percebemos, extensão e pensamento, e desta forma a mente humana estaria limitando a substância a esses dois atributos, o que levaria todo o sistema lógico à contradição. Mas então qual é o intelecto que percebe a substância constituindo a sua essência? Na próxima seção me ocuparei exclusivamente desta complexa questão.

Uma definição geométrica e uma interpretação física alternativa da substância, atributos e modos

A Santíssima Trindade na qual se apóia a metafísica de Spinoza constitui-se de substância, atributos e modos. Enquanto a substância nos vem logo à mente como algo absoluto, eterno e insondável, imediatamente associada a Deus, e os modos são tudo aquilo com que nos deparamos no dia-a dia; os atributos são bem menos intuitivos e os que oferecem maior dificuldade ao nosso entendimento. Sobre este ponto, assim se expressa Farias de Brito:

> Eis um ponto que nunca foi pelo philosopho esclarecido. É o que ainda em vida de Spinoza não passou desappercebido mesmo a seus discípulos e amigos, um dos quaes, em carta que se tornou célebre, lhe pediu esclarecimentos, entre outras, sobre as seguintes questões: 1º. Se conhecemos ou podemos conhecer outros attributos divinos, além da extensão e do pensamento; 2º. No caso negativo, se há outras creaturas constituídas por outros atributos que não a extensão e o pensamento e se para estas a extensão e os pensamentos são attributos desconhecidos, como para nós os attributos que lhe dizem respeito; 3º. Se há nestas condições tantos mundos quanto attributos[11].

Segundo ainda Farias de Brito, a resposta de Spinoza a seu amigo não é clara, limitando-se o filósofo a reafirmar que o homem não pode conhecer outros atributos além da extensão e do pensamento[12]. Tamanha controvérsia fez com que surgissem várias interpretações, e até teorias, acerca desse conceito. A primeira que é descrita por Farias de Brito, é a chamada interpretação de Erdmann:

> Os attributos divinos não são propriedades reaes da substância, mas simples fórmas intellectuaes do conhecimento[13]

Trata-se, como bem evidencia Farias de Brito, de uma interpretação kantiana da metafísica de Spinoza. Para tal, basta atentar que na definição *quod intellectus de substantia percipit tanquam ejusdem essentiam constituens*, Erdmann entende que o particípio *constituens* concorda não com *quod* (o que), mas com *intellectus*. Traduzindo: "o que (aquilo que) constituindo a essência da substância, o intelecto percebe", é sutilmente distinto de: "o que o intelecto percebe da substância, como constituindo a essência dela..." Na primeira forma, o intelecto apenas percebe a essência da substância enquanto, na segunda, o intelecto a constitui. Erdmann entende desta última maneira, sendo assim o atributo, para ele, a forma com que o intelecto humano percebe a essência da substância. Para Farias de Brito isto "*nada mais é que uma tentativa para adaptar a philosophia de Spinoza ao criticismo* (de Kant)".

Conclui Farias de Brito que a interpretação de Erdmann, ao reduzir o atributo de Deus a uma forma de intelecto humano, confunde o primeiro com um simples modo de pensar, ou seja, a um modo sob o atributo pensamento. Veremos mais tarde que é o mesmo vício de que muitos outros comentadores são acometidos, quando também reduzem as leis da natureza a categorias *a priori* do *entendimento humano.* Em oposição à interpretação kantiana, darei às leis da natureza a interpretação de modos infinitos imediatos sob o atributo extensão (ver capítulo VI). Discutirei também, nos capítulos finais, a descentralidade humana em relação ao universo que decorre dessas primeiras definições da Ética.

Segue-se em ordem, no artigo de Farias de Brito, a interpretação de K. Thomas. Segundo este comentador, não haveria diferenças entre os atributos e a própria substância, pois se esta é "*o que existe por si e é compreendido por si*" e, por outro lado, se "*cada atributo exprime uma essência eterna e infinita, logo não teve começo nem fim; logo existe em si mesmo e não depende de outra coisa, e, por conseguinte é igual a substância*". Assim, Thomas questiona em que se distingue o atributo da própria substância, concluindo que, se os atributos são as coisas como elas são em si, é evidente que os atributos são substâncias. Segundo Farias de Brito, a interpretação de Thomas implica numa infinitude de substâncias, levando a metafísica de Spinoza em direção à monadologia de Leibniz[14].

A seguir Farias de Brito descreve a interpretação de K. Fischer dos atributos como forças, não escondendo a sua preferência por esta:

> (...) esses attributos são as innumeras forças por meio das quaes Deus se manifesta na causalidade universal. Ora, Deus é a causa de todas as cousas, o que quer dizer que todas as cousas, ou mais precisamente todos os phenomenos são produzidos por Deus. Mas para produzir phenomenos é preciso que Deus se manifeste como actividade, como força (...) os attributos de Deus são, pois forças. Nem há outra interpretação verdadeiramente racional para este ponto obscuro da philosophia de Spinoza. Tal é a opinião de K. Fischer. E como poderia ser de outra forma?[15] (grifos do autor).

Resumindo as três interpretações expostas por Farias de Brito, pergunto se afinal seriam os atributos de Deus, formas do intelecto humano, segundo Erdmann; infinitas substâncias, como os entende Thomas, ou ainda forças divinas, como sustenta K. Fischer?

Enquanto a interpretação de Erdmann conduz ao criticismo e a de Thomas à monadologia, a de Fischer, tão ao gosto de Farias de Brito, tampouco me satisfaz. O propósito de estabelecer os elos que ligam Spinoza à Ciência fica comprometido nesta interpretação. Sabe-se que Einstein tentou, praticamente em todos os anos finais de sua vida, unificar as forças básicas do universo, a gravitacional e a eletromagnética, numa só lei que abarcasse todos os fenômenos materiais. Isto porque, enquanto o campo gravitacional se confunde com a geometria do espaço-tempo, o campo eletromagnético mantém a coesão dos corpos que são, por sua vez, as fontes do campo gravitacional. Assim os campos de força, os corpos materiais e o espaço-tempo estariam inextricavelmente ligados, criando uma unidade circularmente indissolúvel. Retornarei a essa questão no capítulo VI.

Por mais que tentasse, Einstein jamais conseguiu o seu intento de reduzir as leis da Física a um sonhado monismo. Portanto, se atributos fossem forças "que põem em movimento as coisas", apenas sob o atributo extensão conhecem-se duas forças irredutíveis, (além do campo nuclear), sendo este atributo obrigado, portanto, a desdobrar-se em três, excedendo o número dos dois previstos por Spinoza: um apenas da extensão e o outro do pensamento. Assim, a metafísica de Spinoza teria de desdobrar-se em pelo menos quatro atributos, percebidos pelo intelecto humano. Ademais, qual seria a força que causaria as ideias? A que forças então se refere Fischer? Se para Fischer os atributos são forças metafísicas de Deus (como as emanações ou as *sephirot* da Cabala), qual o benefício de apenas mudar seu nome? Se, por sua vez, se tratam de forças físicas produtoras da atividade do universo, estas excederiam o número proposto por Spinoza.

Apoiado no fato de que a Ética é construída na forma da geometria euclidiana, peço vênia aos quatro doutos comentadores mencionados para esboçar aqui uma outra interpretação de cunho geométrico. Apoiar-me-ei numa ideia geométrica de projeção que muito me ajudou a entender o sistema de Spinoza, com relação a essas primeiras definições, esperando que seja tão útil aos leitores quanto me foi.

Imaginemos um espaço de infinitas dimensões[16], cada uma delas igualmente infinita. Imaginemos um ser ψ que é, ao mesmo tempo, todo esse espaço além de tudo que nele existe e nele se modifica, como um campo infinito de infinitas dimensões. O campo ψ é único, infinito, indivisível e eterno no seu todo. Os atributos seriam subespaços infinitos da substância, com pelo menos uma dimensão a menos, ou seja, eles seriam planos multidimensionais, porém de dimensionalidade necessariamente menor que a da substância. Desta forma, *os atributos seriam projeções da substância em subespaços dimensionalmente menores,* o que pode ser escrito da seguinte forma:

$$\psi = \Pi \; |\psi_n>, \; n = 1, 2, 3, ...\infty,$$

e descrito da seguinte forma: A substância-campo ψ está para os atributos $|\psi_n>$ assim como um espaço vetorial está para seus subespaços (mutuamente ortogonais). A título de exemplo, no espaço ordinário tridimensional, representado pelos eixos ox, oy, oz, pode-se imaginar três planos mutuamente ortogonais: xy, xz, e yz. Esses três planos, além dos três eixos, seriam, segundo a minha interpretação, atributos do espaço tridimensional. Por sua vez, o espaço tridimensional seria um atributo de um espaço de dimensão mais elevada, e este, por sua vez, um atributo de um espaço de dimensão ainda maior, e assim sucessivamente. Portanto, a substância ψ é absolutamente infinita enquanto o atributo ψ_n é infinito apenas em seu gênero. A justificativa para essa interpretação se deve à própria definição de atributo: "Entendo por atributo o que (aquilo que) o intelecto percebe da substância como constituindo a essência dela". Ora, a percepção (pelo intelecto) daquilo que constitui a essência da substância é um mapeamento dessa essência num espaço dimensionalmente menor, acessível à mente. Assim, segundo essa interpretação, toda percepção pelo intelecto é uma projeção da substância que existe independentemente do intelecto que a representa. Da mesma forma que pelas leis da ótica uma imagem de um espelho, seja ela virtual, como num espelho plano, seja ela real, como num espelho convexo, não pode ser

criada sem a existência de um objeto real; o atributo não pode ser uma criação da mente, mas uma projeção da substância sobre espaços a ela perceptíveis. Afastamo-nos assim da interpretação formal de Erdmann e, por outro lado, como uma projeção não é igual ao que é projetado, afastamo-nos também da interpretação monadológica de Thomas.

Portanto, a projeção da substância em um desses planos a desvela para a percepção apenas nesse atributo. A cada plano-atributo corresponde uma projeção distinta da mesma substância. Os dois atributos percebidos pela mente humana seriam projeções da substância sobre o plano-atributo extensão, que seria o espaço contendo a matéria e posições de todos os corpos do universo; e a projeção da substância no plano-atributo pensamento que conteria todas as ideias possíveis. Assim como seres bidimensionais só podem perceber coisas bidimensionais que estão em seu plano, também a nós humanos só nos seria possível entender esses dois atributos: enquanto nosso corpo é uma manifestação singular situada no plano do atributo extensão, a nossa mente é uma singularidade situada no plano-atributo pensamento, sendo-nos assim inacessíveis as projeções da substância em outros planos-atributos.

À substância corresponderiam assim múltiplas projeções em todos os seus atributos, de forma que estariam ocorrendo, concomitantemente, modificações (movimentos e transformações) projetadas no plano-atributo extensão e no plano-atributo pensamento. Porém, essas modificações da substância só nos seriam perceptíveis enquanto projeções na extensão (movimentos dos corpos tridimensionais) e outras no pensamento (transformação ou sucessão de ideias). À guisa de exemplo, é como se projetássemos luz de um objeto em dois espelhos em ângulo reto. Haveriam imagens desse objeto projetadas em cada um deles movendo-se conjuntamente, ambas expressando a realidade dimensionalmente maior que é a luz do objeto que sobre os espelhos incide. Assim, os movimentos no plano-extensão e no plano-pensamento não se causariam, mas se relacionariam. Dirão alguns leitores atentos que a representação aqui sugerida lembra o mito da caverna de Platão. É verdade, só que em Spinoza a caverna, ao invés de ter uma única superfície refletora sobre a qual se projetam as sombras do Mundo das Ideias, tem uma infinidade de espelhos que formam um inextricável labirinto que, em infinitas imagens projetadas, representa a Realidade. Cada plano, no entanto, a projeta de forma distinta, segundo o seu próprio atributo. Como entes finitos, percebemos apenas em um plano a

matéria transformando-se por conexões causais, e, em outro, as ideias inferindo-se uma das outras por relações lógicas. Esses são os atributos extensão e pensamento que são acessíveis ao nosso entendimento.

Os modos finitos

Qualquer ente singular do universo, na vizinhança de nosso corpo, seria por nós percebido em um duplo modo, isto é, uma dupla modificação local e limitada nos atributos da substância. Uma região limitada pertencente ao "plano-atributo extensão" seria o corpo físico desse ente afetado causalmente pelos demais corpos de sua vizinhança, assim como um conjunto limitado de ideias no "plano pensamento" seria a mente associada a esse corpo, da mesma maneira, limitada pelas demais mentes existentes. Como todos os demais entes, os seres humanos também são duplos modos finitos. Decorre daí que o corpo e a mente humanos são porções limitadas de projeções de uma única realidade, dimensionalmente maior, modificando-se conjunta e independentemente em seus respectivos planos-atributos. Em cada momento, a uma dada configuração do corpo humano afetado está associada uma ideia, ao que Spinoza denomina de ideia da afecção[17] do corpo. Como percebemos nosso corpo afetado e a ideia correspondente modificarem-se sempre juntos, imaginamos que se produzem causalmente. Na tradição filosófica ocidental, a ideia comanda o corpo enquanto, na metafísica de Spinoza, corpo e mente modificam-se juntos, porém sem causalidade. Sobre o atributo extensão, nosso corpo, em relação causal com outros corpos, segue as leis da natureza, e sobre o plano-atributo pensamento as ideias geram-se pela lógica que exclui a coexistência de uma ideia com a sua negação (princípio do terceiro excluído). Uma ideia também pode ser entendida como um modo sem extensão (uma vez que resulta da projeção da modificação da substância sobre um plano desprovido de extensão), ao passo que um corpo material é um modo sem pensamento (uma vez que resulta de uma modificação finita da substância sobre um plano desprovido de pensamento). Um ente da natureza, no entanto, é concomitantemente uma configuração extensa e sua correspondente configuração de ideias. Poderíamos simbolicamente representar sucintamente tudo o que foi dito na seguinte forma matemática:

$$\phi_{\text{humano}} = \phi_{\text{extensão}} \times \phi_{\text{ideia}},$$

onde ϕ_{humano} é uma configuração finita da substância em dois subespaços-atributos que são suas projeções. Enquanto que $\phi_{\text{extensão}}$ é o seu corpo finito quando afetado pelo universo extenso; ϕ_{ideia} é uma conjunto finito de ideias dessas afecções. Pela primeira vez na História da Filosofia, corpo e mente, bem como, matéria e pensamento, são projeções de uma mesma realidade, não tendo nenhuma delas precedência ontológica sobre a outra.

Reflitamos agora sobre uma das mais conhecidas proposições da Ética (EII, prop. VII)[18]:

> *Ordo et conexio idearum idem est ac ordo et conexio rerum (A ordem e a conexão das idéias é a mesma que a ordem e conexão das coisas).*

No escólio dessa proposição Spinoza mostra com clareza a identidade essencial entre corpo e mente:

> (...) a substância pensante e a substância extensa são uma e a mesma substância compreendida ora sob um atributo ora sobre outro. Da mesma maneira, também um modo da extensão e a idéia desse modo são uma e a mesma coisa, mas expressa de duas maneiras diferentes. É o que certos hebreus parecem ter visto como que através de um nevoeiro, os quais afirmam que Deus, a inteligência de Deus, e as coisas por ele compreendidas são uma e a mesma coisa[19].

Logo a seguir, nesse mesmo escólio, o próprio Spinoza nos oferece um precioso exemplo:

> Por exemplo: um círculo existente na natureza e a idéia deste círculo existente, a qual existe também em Deus, são uma e mesma coisa, expressa por atributos diferentes. E assim, quer concebamos a Natureza sob atributo da extensão, quer sob atributo do pensamento, quer sob outro atributo qualquer, encontramos sempre uma só e mesma ordem, por outras palavras, uma só e mesma conexão de causas, isto é, encontraremos sempre a mesmas coisas seguindo-se uma das outras. E se eu disse que Deus é a causa de uma idéia, da do círculo, por exemplo, somente enquanto ele é coisa pensante, como do círculo somente enquanto ele é coisa extensa (...)[20].

A proposição VII, EII, é a expressão mais clara daquilo que se designou como *paralelismo entre corpo e mente* e a ela retornarei com muito cuidado e atenção, pois, como veremos no capítulo VI, não só Einstein se pronunciará favoravelmente à identidade entre corpo e mente, como esses elementos metafísicos poderão ser encontrados na Teoria da Relatividade e na concepção de ordem explícita e implícita de D. Bohm (ver capítulo IX).

Vimos que a substância projetada sobre o atributo extensão está em acordo com as leis da natureza, enquanto a projeção sobre o atributo pensamento está em acordo com as leis da lógica, sendo a vontade entendida como um pensamento ao qual corresponde uma configuração (afecção) corporal. Portanto, nada mais estranho à filosofia de Spinoza do que dizer que a vontade impele o corpo à ação, como diriam certos idealistas ou, reciprocamente, que a matéria corpórea gera a vontade, como dizem os materialistas. Spinoza promove finalmente a trégua da milenar guerra travada entre idealismo e materialismo, criando assim um sistema no qual matéria e pensamento são tão-somente projeções de Deus em dois de seus atributos. Não pode haver ideias sem a matéria nem esta sem aquelas.

Como surgiriam em nossa mente as paixões, as imaginações e os equívocos na realidade duplamente projetada de que é feito nosso entendimento? Como modos finitos, ou seja, acidentes finitos da substância, estamos em interação causal apenas com a nossa vizinhança no espaço tridimensional. Não temos assim mais do que um conhecimento local da totalidade que apenas Deus como um todo pode participar e conhecer. Transformamo-nos no infinito espaço substancial como duplas manifestações locais finitas de um ser ilimitado. Cada uma dessas manifestações tem apenas conhecimento de seu movimento, e o de seus vizinhos mais próximos, mas não pode perceber seu emaranhamento com a totalidade, constituindo e participando de uma forma singular da substância. Cada modo é assim, ao mesmo tempo, *solitário* porque não lhe é dado conhecer a unidade da qual participa, e *solidário* enquanto sua evolução só adquire sentido com a evolução de tudo. Segundo Spinoza, quando não temos conhecimento das causas ou dos efeitos imediatos decorrentes de uma determinada configuração de nosso corpo, a isto corresponderá uma sequência ilógica de ideias (ideias inadequadas no jargão spinoziano). Projetemos agora esta imagem no plano-atributo extensão, e teremos uma visão apenas parcial das causas que movem nosso corpo e de nossos apetites, enquanto, no atributo pensamento, teremos um mau entendimento, ou seja, ideias confusas que podem não se relacionar logicamente com a infinita série de ideias que constituem o infinito atributo pensamento de Deus, a substância. Segundo o filósofo luso-judeu, estas últimas são as paixões, imaginações e a própria corrupção das coisas submetidas ao tempo.

Pela clareza e simplicidade que um desenho poderia acrescentar, fui fortemente tentado a representar graficamente a interpretação projetiva da

substância e de seus atributos. Como para Spinoza estas são a essência de Deus, não o fiz por violar o mandamento bíblico "*Não farás imagem esculpida, nem semelhança alguma do que há em cima nos céus, nem embaixo na terra, nem nas águas debaixo da terra, não adora-las-á, nem prestar-lhes-á culto...*" (E2::2-17), o que certamente desagradaria nosso filósofo, que, por muito menos, tantos problemas teve com seus contemporâneos.

Espero que, a partir desse ponto, as ideias geometrizadas da substância-Deus, atributos-projeções e modos-acidentes finitos possam também ser úteis aos leitores para desvelar um dos grandes mistérios da metafísica de Spinoza: Afinal, o que são os atributos divinos? Representações humanas, substâncias, forças emanadas ou projeções da substância em planos perceptíveis? Segundo nossa interpretação são projeções (reduções) dimensionais da substância infinita que permitem que os modos finitos a percebam.

A isonomia entre corpo e mente

À primeira vista, a definição de Spinoza para os dois atributos inteligíveis da substância parece aproximar-se da filosofia dualista cartesiana que opera com duas substâncias, a *res extensa* e a *res cogitans*. A primeira é o domínio físico que se refere à extensão dos corpos materiais regidos pelas relações de movimento e repouso e, a segunda, é o domínio das coisas anímicas, como o pensamento, a razão, as paixões etc. Assim, para Descartes, o conceito físico fundamental é a porção de espaço que um corpo (inclusive o corpo humano) ocupa, ao passo que a mente pertence a um domínio incorpóreo essencialmente distinto, nele se modificando a *res cogitans*. Como Descartes construiu seu sistema filosófico a partir das dúvidas e certezas da razão humana, foi obrigado a separar as duas substâncias de forma bem clara: de um lado, a matéria e o espaço físico e, do outro, o pensamento e a mente, criando assim um dualismo irredutível.

Spinoza, ao contrário de Descartes, é monista, pois construiu seu sistema apoiado em outro pilar que é a substância única, infinita, com seus infinitos atributos, e assim o corpo e a mente — que são apenas modificações de dois dos infinitos atributos da substância divina — longe de serem de naturezas distintas, constituiriam, portanto, a mesma essência, projetada em distintos atributos. Assim, nem a mente é material nem a matéria é um processo mental e tampouco os dois processos são independentes, simplesmente porque não

existem dois processos ou duas entidades, mas apenas uma entidade unitária e inseparável que é vista, ora internamente, como mente, ora externamente, como matéria. Mente e corpo não atuam um sobre o outro porque são um só. Veremos adiante que Einstein, de uma forma velada, incorporou essas ideias à Física (ver capítulo VI).

Vimos que o homem, como qualquer coisa existente no mundo, seria uma dupla singularidade de Deus ou como definiu Spinoza, um duplo modo (acidente) finito da substância. O corpo humano, como qualquer outro, seria um modo sob o atributo da extensão, enquanto a mente seria uma projeção finita no plano-atributo pensamento. A substância (Deus) teria infinitos atributos, modos infinitos que seriam todo o universo e suas leis e modos finitos (todos os corpos que constituem o universo). Na metafísica de Spinoza, Deus é causa de si mesmo, projetando-se em seus infinitos atributos, que causam os modos infinitos imediatos (as leis da natureza)[21], os quais, por sua vez, causam os modos infinitos mediatos (as relações de movimento e repouso de todo o universo) que, por sua vez, causam os modos finitos (os corpos finitos que compõem o universo). De forma análoga, o modo infinito imediato sob o atributo pensamento é o Intelecto Divino que é a essência da inteligibilidade. Deste decorre o modo infinito mediato, que é o conjunto de todas as ideias existentes, e deste, o modo finito como sendo os encadeamentos e nexos de ideias que existem na mente[22]. As causas, das quais as coisas decorrem umas das outras, são entendidas não apenas como causas eficientes e transitivas, mas também formais e imanentes, como a maçã é a causa de sua doçura e de sua cor vermelha, ou uma escultura é a causa de seu significado artístico. Desta forma, na metafísica de Spinoza não existe, como no aristotelismo, uma separabilidade das causas eficientes, formais, materiais e finais (ver capítulo IV), pois que todas elas decorrem de uma necessidade substancial. A substância tem assim com seus modos uma relação lógico-causal de imanência.

Assim, mente e corpo são um único e mesmo indivíduo, ora concebido como atributo pensamento ora como atributo extensão. Se a mente triste está, o corpo chora vertendo lágrimas, se o rosto sorri, a mente se alegra. Corpo e mente expressam, cada qual em sua linguagem, a mesma afecção. Decorre também da E III, proposição II e de seu escólio[23], que nem o corpo pode decidir que a mente pense nem a mente determinar que o corpo fique em movimento ou repouso, pela simples razão de que a decisão da mente e a determinação do corpo são uma única coisa.

Dessa forma, Spinoza, contrariamente aos materialistas, não considera a mente como sede material onde se processam as ideias (processos cerebrais), mas as próprias ideias em relação e conexão. Estas tampouco têm primazia sobre a matéria, constituindo um mundo imutável, situado à parte do mundo material, como reza a tradição idealista. As coisas e as ideias constituem, pois, relações entre si que operam de forma análoga. O corpo segue as suas leis (da física, química, biologia, anatomia, medicina etc.) enquanto na mente surgem ideias, e entre estas e aquelas há uma correspondência, embora não haja nenhum vínculo causal. Spinoza critica abertamente o conceito escolástico — e difundido até os tempos atuais — de que é a mente que impele o corpo através da vontade ou de outro pensamento arbitrariamente escolhido.

Spinoza deixa isso claro de uma forma tão contundente que até nos tempos de hoje provocaria polêmica:

> A mente humana não conhece o próprio corpo humano nem sabe que este existe, senão pelas idéias de que o corpo é afetado[24].

O filósofo luso-judeu cria, segundo Chauí[25], possivelmente com algumas influências do imanentismo cabalista, um sistema monista, no qual corpo e mente ou matéria e pensamento são projeções de uma única realidade. De todas as ideias de Descartes, a que parecia ao nosso filósofo, a menos satisfatória, era a da separação clara e distinta dos atributos extensão e pensamento, bem como do corpo e da mente. Além disso, era inaceitável, para Spinoza, o deísmo imaginado pelo filósofo francês. Neste, o movimento e as mudanças ocorridas no universo material seriam produzidos *de fora*, por um empurrão ou um sopro de Deus, sendo só a partir de então governados mecanicamente por forças de contato entre os corpos, e estas, por sua vez, seguiriam leis que poderiam ser escritas matematicamente (ver capítulo III). Para Descartes, o universo teria assim a precisão de um grande relógio material gerado por um ser transcendente e eterno, situado fora do espaço-tempo. Por outro lado, ainda menos satisfatória, para Spinoza, era a ideia cartesiana de que o corpo humano abrigava dentro de si uma mente imaterial cujo contato com o corpo se dava na glândula pineal[26], a sede das paixões (emoções) e sentimentos humanos. O universo cartesiano era assim hierarquizado por camadas de realidade, sendo a mente transcendente de Deus, a sua camada mais externa e, a mente humana, a mais interna. Spinoza subverte essa ordem hierárquica:

- mente de Deus -
- mente do homem-
- corpo -

defendendo o princípio de que as ideias e as coisas, embora pertencentes a distintos atributos, estão imbricadas na substância infinita, e dela não podem ser separadas, obedecendo a um dos mais importantes princípios da metafísica spinoziana, que ainda será exaustivamente discutido ao longo deste texto, o já citado "*Ordo et conexio*".

Isto significa que, a um fato material do qual o corpo participa, corresponderia sempre uma ideia, de tal forma que entre a causa e o efeito corresponderiam duas ideias logicamente implicadas. Se A é a causa e B seu efeito, então a ideia de A implicaria necessariamente na ideia de B. Tudo que se passa no domínio da extensão tem uma representação lógica, análoga, no domínio do pensamento.

$$\mathbf{C \rightarrow E}$$
$$\mathbf{I_C \rightarrow I_E}$$

(O paralelismo de Spinoza)

Se uma causa C produz um efeito E, então, I_C, a ideia da causa C, deve implicar logicamente em I_E, a ideia do efeito E. À causalidade no mundo das coisas corresponde a necessidade no mundo das ideias.

Os matemáticos denominam de biunívoca a uma correspondência entre elementos de dois conjuntos, de tal sorte que a um elemento de um dos conjuntos corresponde um, e somente um, elemento do outro. Os dois conjuntos são denominados de isomórficos. Para Spinoza, o mundo dos objetos físicos e o mundo das ideias seriam isomórficos. Enquanto um corpo externo que nos afeta deve a sua existência a uma causa extensa — que poderá ser um outro corpo — cada ideia tem como causa uma outra ideia. Há assim duas cadeias causais que se modificam independentemente *pari passu*, porém na mesma ordem e conexão. Segundo André Scala:

> A evidência partilhada é a de que há coisas e que essas coisas possuem uma causa, talvez não única e mesma causa, mas cada coisa possui uma causa, *tudo que existe possui uma causa*. Entre as coisas que possuem uma causa há as idéias, e as idéias só podem ter por causa idéias[27].

Os dois domínios da substância, extensão e pensamento, assim como o corpo e a mente, estão em íntima conexão isomórfica e isonômica, embora

entre eles não haja uma interação causal. Como vimos, para Spinoza, "*a mente é a idéia do corpo e de suas afecções*", sendo que este último termo significa as transformações ou modificações que o corpo sofre do exterior. Às mudanças experimentadas pelo corpo correspondem novos pensamentos da mente. Cada fato material do qual participa o corpo corresponde na mente a um pensamento e vice-versa. Decorre da EII, proposições XII e XIII[28], que assim como os pensamentos e os processos mentais estão arranjados na mente, as modificações do corpo e as modificações das coisas, que afetam o corpo através de sensações, estão no corpo segundo a sua ordem. E ao corpo nada pode acontecer que não seja percebido pela mente. Segundo a E II, proposições XIX e XXIII[29] , a mente só pode conhecer o mundo que a cerca através de seu próprio corpo e então a infinitude do mundo é mapeada nas afecções de um corpo finito. E segundo as duas proposições acima mencionadas, as ideias sucedem-se na mente na mesma ordem em que as afecções se sucedem no corpo. Assim, à guisa de exemplo, só poderemos ter uma ideia da explosão da estrela Alfa Centauro, quando a luz proveniente dessa estrela afetar nosso corpo, informando-nos de sua explosão, o que ocorrerá cerca de quatro anos após esse mesmo evento ter afetado outro corpo que esteja nas cercanias dessa estrela. Mas, por sua vez, se a explosão da Alfa teve por causa a colisão com um cometa que, por isso, teve sua trajetória desviada, todas essas ideias sucedem-se em nossa mente na mesma ordem, e à medida que nosso corpo é afetado pelos sinais luminosos (ruídos, odores, paladares etc.), provenientes dos vários corpos pelos quais somos afetados. A mente só pode conhecer o mundo através de seu próprio corpo. Essa questão será de essencial relevância à pedagogia da Física que pretendo, e a ela voltarei cuidadosamente, propondo que na Teoria da Relatividade a ideia sequencial de tempo, segundo a ordenação antes, agora e depois, resultará relativa, pois também está intimamente relacionada às sucessivas afecções corpóreas de um observador que se move em relação a outro (ver capítulo VI).

No entanto, é importante realçar que, ao contrário do empirismo, onde "tudo que está na mente passou antes pelos sentidos", na metafísica spinoziana ocorrem duas sequências independentes, porém correlatas, de acontecimentos: as afecções do nosso corpo e as ideias de nossa mente. Portanto, não são as ideias que nos produzem afecções corpóreas, nem estas que produzem as ideias, mas simplesmente ambas são projeções de uma mesma realidade que se projeta sobre nós nessas duas formas. Assim, até mesmo os mais sutis

pensamentos científicos ou lógico-matemáticos têm no corpo o seu correlato, pois todas as ideias, sejam elas científicas, paixões, vontades etc., e o corpo, expressam, em linguagens distintas, a mesma e única realidade.

O *conatus*, as paixões humanas e primeiras lições para um mestre de Física

Spinoza (e em geral os filósofos do séc. XVII) denomina de *conatus* (esforço em latim) à perseverança de um ente ou modo para existir, sendo que nos seres vivos o *conatus* está ligado à vontade e capacidade de sobrevivência. O *conatus* é assim uma força ou potência metafísica que mantém um modo na existência:

> Toda coisa se esforça, enquanto está em si, por perseverar no seu ser.
>
> O esforço pelo qual toda coisa tende a perseverar no seu ser não é senão a essência atual dessa coisa[30].

Quando um corpo é composto por várias partes, o *conatus* também pode ser entendido como uma concessão do poder do todo a cada uma de suas partes para que, assim, o todo e as partes sejam preservados em sua existência. As partes também poderão organizar-se, constituindo organismos, fundindo seus *conatus* parciais num único *conatus* coletivo. Assim, qualquer um dos órgãos do corpo humano, ao se preservar, preservará o corpo humano como um todo. Nenhum dos órgãos poderá prescindir do *conatus* dos demais, e todos eles juntos também não poderão prescindir do *conatus* de cada um deles. Assim, uma parte passa a ser um órgão quando emaranha seu *conatus* com os demais órgãos que constituem a organização de um corpo composto.

A essência humana é a intensidade do *conatus* que, no corpo humano, se caracteriza como apetite ou vontade de atuar sobre os objetos materiais que nos cercam, enquanto na mente pelo desejo de pensar livremente.

> Por virtude e potência entendo a mesma coisa, (...) a virtude, enquanto que se refere ao homem, é a própria essência ou natureza do homem enquanto tem o poder de fazer certas coisas, que só podem ser compreendidas, pelas leis da própria Natureza[31].

Tratarei agora de refletir sobre os conceitos de ação, paixão, causa adequada e inadequada que são frequentemente considerados os mais

obscuros, ou talvez os mais complexos de toda a obra do filósofo sefaradita. Segue-se um pequeno ensaio sobre esses conceitos, o qual pode ser considerado uma continuação, ou talvez um adendo, às seções anteriores. Esses conceitos serão importantes quando inseridos numa proposta mais ampla de educação científica, que será apresentada logo mais adiante.

A partir da definição metafísica de *conatus*, Spinoza introduzirá em seu sistema filosófico duas noções de surpreendente contemporaneidade: no corpo, o *conatus* manifesta-se como *apetite*, enquanto na mente como *desejo*. Dizer-se assim que somos apetite corporal e desejo psíquico significa que às afecções do corpo (emoções) correspondem os afetos (sentimentos) da mente. Afecções e afetos exprimindo o *conatus* obedecem à lei natural de sobrevivência (permanência na existência), determinando a intensidade do *conatus*. Veremos logo adiante que, quando os afetos são produzidos por fatores desconhecidos e externos à própria mente, nos tornamos *causa inadequada* de nossas ações, enquanto que, quando os afetos são causados pelo conhecimento que a mente adquire a partir de seu corpo, somos *causas adequadas* de nosso agir. Isto significa que na medida em que o pensamento é associado a afecções, relativas a corpos sobre os quais não podemos atuar com autonomia (como remover uma montanha, p.e.), ou dos quais desconhecemos a causa, a mente terá do mundo que a rodeia um esquema ilusório ou imaginativo (como duendes ou bruxas). Daí surgirem os ódios, superstições, crendices, simpatias, os diversos medos e fobias, além dos preconceitos que geram rancores e ódios que podem levar desde as guerras quanto a um mau aprendizado. Darei mais adiante alguns exemplos pedagógicos, mas para tal necessitamos de definições mais precisas de paixão, ação, causa adequada e inadequada:

> Chamo causa adequada aquela cujo efeito pode ser clara e distintamente compreendido por ela; chamo de causa inadequada ou parcial aquela cujo efeito não pode ser conhecido por ela[32].
>
> Digo que somos ativos quando se produz em nós, ou fora de nós, qualquer coisa que (da qual) somos a causa adequada (...), mas ao contrário, digo que somos passivos (sofremos) quando em nós se produz qualquer coisa de que (da qual) não somos senão a causa parcial.
>
> Por afecções entendo afecções do corpo pelas quais a potência do corpo é aumentada ou diminuída (...) **Quando, por conseguinte, podemos ser a causa adequada de uma dessas afecções, por afecção entendo uma ação; nos outros casos uma paixão**[33].

> A alma (mente) está sujeita a um número de paixões tanto maior quanto maior é o número de idéias inadequadas que tem (...)[34].

> As ações da alma nascem apenas das idéias adequadas, as paixões dependem apenas das idéias inadequadas[35].

> Digo expressamente que a alma não possui de si, nem de seu próprio corpo, um conhecimento adequado, mas sim confuso, todas as vezes que pelo encontro fortuito das coisas ela é determinada do exterior a considerar isto ou aquilo e não quando esta determinação lhe vem de dentro[36].

O corpo humano, devido à sua finitude, não pode atuar nem ser afetado onipresentemente por todos os corpos do mundo. Assim, nem sempre a mente humana poderá ter uma percepção clara dos fenômenos que cercam seu corpo, já outras vezes a mente alça vôos mais altos do que o corpo pode alcançar. Ora, segundo o paralelismo entre corpo e mente da metafísica spinoziana, sob o atributo do pensamento geram-se ideias que serão sempre paralelas e isomórficas às afecções do corpo. Desta forma, se faltar um elo na cadeia de causas corpóreas (materiais) romper-se-á necessariamente a cadeia de ideias lógicas. Isto implicará, ora em desconhecimento das causas do fenômeno, ora em vontades muito além das condições materiais que o corpo pode alcançar, instalando-se em seu lugar uma paixão da mente. As paixões surgem para preencher o vazio da mente quando um dos elos da cadeia paralela for rompido. Dito de outra forma: toda vez que, por carência de afecções do corpo finito, a mente (que só pode conhecer o mundo através do corpo) não tiver um conhecimento das causas de um fenômeno, seja ele natural ou humano, produzir-se-ão nela as paixões. Em outras oportunidades, é a mente que se sobrepuja ao corpo demandando-lhe vontades que este não poderá satisfazer.

A metafísica spinoziana é particularmente feliz para o entendimento do medo, seguramente a mais renitente e permanente das paixões humanas. Quando não soubermos a gênese de certo fenômeno, este nos atemorizará. Do momento em que o fenômeno for conhecido por suas causas, o medo desaparecerá, ou pelo menos será bastante mitigado. A escuridão física é uma das fontes do medo, pois o corpo não pode ver o que o cerca, o que leva necessariamente à escuridão da mente. A luz subitamente restitui a visão, e com ela ilumina-se a mente com a claridade do conhecimento. Certamente as bruxas, duendes e os bichos-papões, que atemorizavam a nossa infância, e os demônios de muitos adultos, são as ideias inadequadas a que se refere Spinoza.

Outras paixões igualmente permanentes e intensas na história da humanidade, como o ódio, a ira ou a raiva, das quais resultam as várias formas de racismo, como o antissemitismo, a homofobia ou o ódio aos negros, também podem ser muito bem entendidas a partir da concepção spinoziana das paixões. São certamente produtos da ignorância acerca daqueles que são odiados. O ignorante odeia o diferente porque desconhece a diferença, imerso que está em sua escuridão mental. Essa me parece ser a essência da concepção spinoziana das paixões como oriundas de ideias inadequadas, isto é aquelas das quais não resultam efeitos conhecidos, e que são vulgarmente chamadas de ignorância.

Há uma outra ocasião em que se instalam as paixões humanas, partindo-se dessa vez de uma vontade excessiva da mente que demanda que o corpo humano finito produza fatos inatingíveis. Recorrendo-se novamente ao paralelismo entre corpo e mente, a finitude do corpo humano frente à infinitude do universo faz com que o corpo não possa ser a causa eficiente de todos os acontecimentos, nem a causa adequada de todas as ações. O único estado dinâmico da matéria, que não depende de nenhum outro corpo, é a inércia. Portanto, qualquer movimento de mudança do corpo humano (até os atos mais prosaicos do cotidiano, como caminhar, levantar-se, ir à rua) depende de uma miríade de outros corpos cujos efeitos quase nunca podem ser determinados com precisão. Assim, o corpo não é a única causa de suas ações. Na Física clássica newtoniana, é certo que se conhecermos todas as causas que afetam um corpo, poderemos calcular o efeito de nossa ação isolada das demais (isto é possível graças à linearidade das leis de movimento) (ver *A pequena física de Spinoza e a grade mecânica de Newton*, deste capítulo). Desta forma, classicamente, é possível (pelo menos teoricamente) que o corpo humano seja a causa adequada de algum acontecimento do qual participe, porque pode determiná-lo a *priori*. No entanto, mesmo no mundo cotidiano, regido pela física determinista, é impossível conhecer todas as causas que afetam um ente físico. Que sentido tem, portanto, a continuação da definição 3 da EIII?

> Quando, por conseguinte, podemos ser a causa adequada de uma dessas afecções, por afecção entendo uma ação; nos outros casos uma paixão[37].

Poder-se-ia então concluir que as paixões decorrem inevitavelmente do desconhecimento dos efeitos das ações de nosso corpo que, por sua finitude, não poderá ser sempre uma causa adequada? Estariam as paixões sempre presentes

nos atos da vontade? Mudar o mundo, segundo a vontade (veremos adiante que, segundo Spinoza, a vontade não seria mais que uma ideia produzida por causas ignoradas, podendo, ou não, levar a uma ação do corpo), implica o surgimento de paixões, toda vez que não exista uma previsibilidade (determinação completa) do efeito da ação que o corpo realizou para satisfazer à vontade da mente. Mas, como vimos, a finitude do corpo e a infinitude de uma rede complexa de causas fazem com que seja impossível a existência de causas exclusivamente originadas a partir de nosso corpo finito. O conceito de causa adequada parece-me assim uma idealização válida apenas para corpos (modos de extensão) infinitos porque somente estes podem conter todas as causas eficientes. Ou seja, somente Deus, que é *causa sui*, e que tem infinitos atributos infinitos, e dentre eles a extensão infinita e o pensamento infinito, está imune às paixões.

Concluímos assim que a paixão é uma condição inexorável da finitude do modo humano que quer mudar os demais. Restam assim duas possibilidades para mitigar as paixões e o sofrimento humanos: abster-nos completamente de qualquer vontade, e assim viver em estado de inércia, pois que não seremos causa de nada, e nada nos afetará (muitos burocratas e normóticos vivem nesse estado de letargia); ou aceitar modestamente que não temos um corpo que pode ser causa adequada, senão para algumas ações limitadas no espaço e no tempo, restringidas até o ponto em que esta ação possa ser mais intensa que as ações dos demais corpos. Isso implicará em agirmos com modéstia sobre os corpos mais próximos, e sobre os quais temos uma relativa autonomia de ação. O exemplo a seguir visa esclarecer mais uma das complexas causas das paixões humanas:

Consideremos os seguintes desejos ou vontades:

a) caminhar até a sala de aula, e dar uma boa aula de Teoria da Relatividade.

b) fazer com que os aprendizes aprendam a TR.

c) querer que os alunos sejam capazes de entender os mais complexos problemas acerca da TR.

Analisemos agora as paixões associadas a essas vontades:

a) Até o momento em que não há um terremoto ou uma bala perdida, posso caminhar até a sala de aula sem sofrimentos, por serem as

minhas pernas e minhas anotações as causas de minha boa aula. Assim, raramente sofrerei por esta modesta vontade.

b) Posso descrever minuciosamente ao aprendiz o que é a TR, pois meu corpo é suficiente para isto, sendo a única causa da ação; mas começarei a sofrer desde o momento em que a vontade de fazer o aluno aprender se chocar com a sua ausência de vontade ou incapacidade de entendimento. Portanto, o melhor que posso fazer é dar-lhe a melhor explicação que me for possível, sem, contudo, nada esperar em retribuição.

c) Sofrerei sempre por esta utópica vontade, pois sua realização depende muito pouco de mim (não sou a causa adequada). Portanto, é melhor esquecer qualquer pretensão em converter alunos em gênios da Filosofia ou da Física.

As paixões resultariam assim de uma vontade superdimensionada: querer além do alcance das ações que são naturalmente limitadas pelo nosso corpo.

À luz da ciência contemporânea, onde reina o indeterminismo, fica difícil sustentar o conceito spinoziano de causa adequada como uma causa da qual decorra certamente um efeito bem definido. No entanto, vimos nos exemplos acima que existe uma graduação contínua de causas mais adequadas (o caminhar até a sala que depende quase que exclusivamente de mim) até às mais inadequadas (transformar os aprendizes em gênios).

A aceitação da finitude do modo humano com o consequente reconhecimento da limitação de suas ações em contraposição ao vislumbre de uma realidade infinita, que se produz a si mesma, já é suficiente para mitigar o sofrimento da mente, que é condição inexorável de sua finitude. Sofremos (padecemos de paixões) porque somos finitos e a finitude é a mãe do tempo, este é o pai da morte, enquanto apenas o infinito é eterno. A contemplação de uma estrutura infinita se parece muito com a audição de uma sinfonia cósmica, e nessa obra cosmomusical temos a humilde tarefa de violinistas executando uma pequena parte dela. As paixões da mente vêm da impossibilidade de audição de toda a sinfonia, e assim a pequena parte que tocamos, parece-nos desconectada ou isolada das demais. Resta-nos, todavia, a possibilidade de olhar para o infinito, pois quanto para mais longe olharmos menos sofreremos... e melhor entenderemos a nossa própria natureza finita como parte da Natureza infinita.

Como diz o filósofo Carlos Portillo:

> *Sub espécie aeternitatis*, todas as cadeias causais são vividas ativamente e se entendem a partir de nossa própria natureza. (...) Spinoza diria que *sub specie aeternitatis* podemos perceber-nos como causa adequada de muitas mais coisas e, portanto, não sofrer afecções tristes ao perceber a diminuição de nosso conato, senão alegres, já que ao nos perceber como causa adequada de mais coisas percebemos um aumento do conato[38].

As paixões são assim produzidas em mão e contramão: da mente ao corpo e do corpo à mente. Elas surgem como carência de conhecimento ou excesso de vontade. São assim consequência da ignorância das causas de um fenômeno, e, por outro lado, de uma vontade onipotente instalada na mente que a finitude do corpo, e o alcance limitado de suas ações, não permitem.

Dos exemplos dados acima, acredito que a lição mais relevante a extrair da filosofia das paixões é que elas resultam, ora da ignorância mútua entre indivíduos, ora de uma expectativa superdimensionada de mudança que uns querem impor a outros. Ambas têm em comum um momentâneo rompimento da cadeia de causas e ideias adequadas, instalando-se ideias inadequadas em seu lugar.

Com relação a mestres e aprendizes, vimos, nos exemplos acima, que os primeiros imaginam que, com sua ação em sala de aula, podem conseguir o conhecimento dos segundos, e estes, por sua vez, imaginam também poder ser modificados em seus estados iniciais de desconhecimento rumo ao conhecimento, por uma simples ação dos primeiros. Desta forma, de parte a parte, resultam vontades (pretensões) que serão associadas a causas francamente inadequadas, no sentido spinoziano, isto é aquelas que não se associam às motivações internas da mente nem de ações que o corpo pode executar. Assim, se a motivação do mestre volta-se exclusivamente para o resultado pedagógico de seus discípulos, ele fatalmente se frustrará (padecerá de paixões e sofrerá), pois jamais poderá ser causa exclusiva ou até mesmo preponderante sobre os efeitos. Reciprocamente, os aprendizes que imaginam poderem ser modificados pela ação do mestre, já estarão a *priori* imersos num campo de causas inadequadas, isto é, aquelas que dependem fortemente de fatores alheios, com efeitos imprevisíveis, os quais, segundo Spinoza, são as causas de paixões e sofrimento. Assim, mestre e seus aprendizes não estarão voltados sobre si, buscando internamente os motivos de suas ações, e se mirarão em espelhos que refletem imagens externas e ilusórias... É necessário, pois, que tenham, todos, consciência (conhecimento) da finitude de suas

existências, de seus corpos, bem como de suas ações, entendendo que a realidade nunca é tão atraente quanto a desejamos, mas tampouco é tão atemorizante quanto imaginamos.

Reflexões sobre a vontade. A vontade de ensinar e aprender Física

É importante continuar refletindo sobre a vontade, pois nos conduzirá a importantes ilações pedagógicas. Carl Friedrich von Weizsäcker, físico do círculo de amizades de Werner Heisenberg, e epistemólogo dos mais conceituados da Teoria Quântica, a introduziu como elemento relevante da realidade quântica, tema que abordarei nos capítulos finais deste livro. Aqui, neste momento, duas importantes metafísicas da vontade, a de Arthur Schopenhauer (1788, 1860) e a de Spinoza, serão postas frente a frente.

Ao contrário de Schopenhauer, que faz da vontade o pilar numênico de seu sistema filosófico, vendo-a como a coisa-em-si, Spinoza a considera tão-somente como uma ideia persistente que "ocupa o espaço mental". Assim como dois corpos não podem ocupar a mesma extensão do espaço, as ideias, obedecendo à mesma ordem e conexão das coisas materiais, também se excluem momentaneamente podendo, a que prevalecer, associar-se à ação, devido a sua persistência.

Spinoza tampouco considera a vontade como a causa da ação, pois que esta pertence ao atributo extensão, enquanto que aquela, ao atributo pensamento, e, na sua filosofia, modos projetados em dois atributos distintos, embora relacionados, não se podem causar, resultando daí uma de suas mais discutidas proposições:

> *Nec corpus mentem ad cogitandum nec mens corpus ad motum, neque quitem nec aliquo (si quid est) aliud determinare potest* (nem o corpo pode determinar a alma a pensar, nem a alma determinar o corpo a se mover ou repousar – ou qualquer outra coisa, se acaso houver outra coisa)[39].

A vontade é, pois, tão-somente uma ideia que persiste, sobrepondo-se às demais, e sendo assim *correspondente* à ação desencadeada pelo corpo:

> A vontade e a inteligência são uma só e mesma coisa, ou seja, idéias singulares[40].

Assim, enquanto a vontade é causada por outras ideias, a ação é, por sua vez, causada por outras ações. Ambas, segundo Spinoza, são elos de uma

rede universal de ideias e eventos regidos por um determinismo universal. No entanto, a vontade, tanto para Spinoza como para Schopenhauer, está associada a corpos externos aos quais visamos modificar: o educador quer educar seus aprendizes, o pintor quer mudar as cores de suas telas, o escultor quer dar formas à pedra bruta e o trabalhador quer deslocar seus objetos de trabalho. Enquanto para Schopenhauer a vontade é numênica e, portanto, uma espécie de substância irremovível; para Spinoza, a vontade que se volta ao exterior poderá suscitar mais ou menos paixões, a depender das causas serem mais ou menos próprias ao ser voluntarioso. Segundo o filósofo alemão, em seu opúsculo *Livre arbítrio*[41], com respaldo do próprio Spinoza, a vontade não é contingente ou absolutamente livre, pois, se dentro de certos limites físicos e sociais *posso fazer o que quero*, será que *posso querer o que quero?* Não será neste exato sentido que Einstein parece fazer coro às concepções convergentes de Spinoza e Schopenhauer, não reconhecendo nenhuma sorte de livre-arbítrio à vontade de acender seu cachimbo?

> Sinceramente não consigo entender o que as pessoas querem dizer quando falam sobre a liberdade do arbítrio humano. Sinto, por exemplo, que desejo isto ou aquilo, mas que relação tem isso com a liberdade, eu simplesmente não compreendo. Sinto que desejo acender o meu cachimbo e o faço, mas como posso associar isso à idéia de liberdade? O que está por trás do ato de acender o cachimbo? Um outro ato de arbítrio?[42]

Queremos livremente as coisas ou o mundo determina de alguma maneira a nossa vontade? Seria esta apenas a ponta visível de um grande *iceberg* que é o desejo que seria livre o suficiente para desejar coisas opostas? Segundo esses pensadores, a vontade é determinada e, para Spinoza, associa-se às ações que o corpo humano realiza sobre os demais corpos que o cercam, ocorrendo paralelamente a um conjunto de ideias que a mente tem de seu próprio corpo atuante. Assim, para Spinoza, e por tabela para Einstein, nada existiria no universo de contingente, casual ou arbitrário, incluindo-se o próprio livre arbítrio, definido como a liberdade da vontade para escolher entre várias opções. Esta concepção leva os religiosos a acreditarem que, sem a graça divina, o indivíduo fatalmente incorrerá no pecado e no vício, enquanto os racionalistas pretendem que o livre arbítrio deva ser guiado pela razão.

> Os homens enganam-se quando se julgam livres, e esta opinião consiste apenas em que eles têm consciência de suas ações, e são ignorantes das causas pelas quais são determinados. **O que constitui, portanto, a idéia de sua**

> **liberdade é que eles não conhecem nenhuma causa de suas ações.** Com efeito, quando dizem que as ações humanas dependem da vontade, dizem meras palavras das quais não têm nenhuma idéia. Efetivamente todos ignoram o que seja a vontade e como é que ela move o corpo[43].

Segundo Schopenhauer[44], a diferença entre a representação (para ele o mundo é vontade e representação) e uma realidade resistente e inacessível à vontade é também a causa de nossos sofrimentos, que decorrem porque percebemos um mundo de objetos que resiste à vontade, e sabemos que jamais lhe poderá ser submisso. Se um objeto se curvou à nossa vontade, imediatamente outro o substituirá, perpetuando-se o sofrimento humano *ad infinitum.* Na insubmissão do mundo à vontade, reside o padecimento humano, e com este manifesta-se a existência de um sujeito e de um objeto claramente distintos. Para Schopenhauer, existir é, pois, querer algo distinto do que já é, é querer a mudança, o movimento e a mudança do movimento.

Já em Spinoza, como vimos, as paixões ou sentimentos de dor irrompem na mente, ora porque raramente podemos ser a causa única e completa (adequada) de nossas ações, ora pelo desconhecimento das causas das coisas que cercam nosso corpo. Enquanto o homem "seguir a sua própria natureza" aceitará a finitude de sua existência e de seu raio de ação, e saberá que os demais modos, assim como ele próprio, são manifestações de uma natureza infinita, causa de si própria. Por outro lado, se ele imaginar (quiser) que todos os demais modos não sejam nada senão efeitos de si próprio, então padecerá de paixões tão mais intensas quanto forem as ideias (inadequadas) associadas a esses corpos externos que visa inutilmente modificar[45]. No terceiro livro da Ética, Spinoza define um grande número de paixões humanas, podendo ser elas reduzidas à tristeza, medo e ódio, que diminuem o *conatus*, e à alegria e ao amor, que o aumentam. Enquanto a alegria aumenta a potência do corpo humano de atuar sobre os demais, ampliando a potência da mente de poder pensar, a tristeza a diminui, parecendo à mente que seu corpo está separado da natureza que o contém. Desta forma, a mente padecerá porque as paixões serão a consequência de uma ideia persistente, a de se estar apartado do restante da natureza:

> (...) padecemos quando algo se produz em nós de que não somos senão a causa parcial, algo que não pode deduzir-se só das **leis de nossa natureza**[46].

Pelo contrário, seguir "as leis de nossa natureza" é entender (aceitar) que não podemos atuar sem limites, pois, como já se viu suficientemente, a

finitude humana impede que sejamos sempre a única causa dos efeitos que nos cercam. Para o filósofo de Amsterdã, portanto, a essência do ser não está na vontade, apenas uma ideia, mas sim no *conatus*, este gerando os instintos que por sua vez produzem os desejos que produzem o pensamento correspondente à ação. Enquanto a alegria e o afeto são as paixões que aumentam o *conatus*, levando-nos à livre ação, isto é, à potência de existir em ato; a tristeza, o medo e o ódio o diminuem.

> Ninguém pode desejar ser feliz, agir bem e viver bem que não deseje ao mesmo tempo viver, agir, e ser, isto é existir em ato (...) Não se pode conceber nenhuma virtude anterior ao esforço para se conservar a si mesmo (...) E a felicidade consiste em o homem poder conservar o seu ser[47].

Portanto, a virtude (termo que deriva de *virtus* que deriva, por sua vez, de *vis* que em latim é força) maior é a felicidade, e ainda segundo Spinoza: "*Não sou apenas feliz porque virtuoso, mas sim virtuoso porque feliz*". Enquanto na tradição religiosa ocidental, a felicidade é o prêmio maior oferecido aos virtuosos, para Spinoza, pelo contrário, a virtude é a própria felicidade. Como já vimos também, a mente só pode conhecer-se através das afecções do corpo, portanto, se este não afeta ou não é afetado por um corpo externo, a mente não poderá conhecê-lo, nem se conhecer:

> A mente humana não conhece o próprio corpo humano nem sabe que este existe, senão pelas idéias das afecções de que o corpo é afetado[48].

> A mente não se conhece a si mesma, a não ser enquanto percebe as idéias das afecções do corpo[49].

Também a concepção de mente de Spinoza é radicalmente revolucionária em relação às tradições religiosas e filosóficas anteriores. Segundo M.Chauí[50], em Platão, a mente é prisioneira do corpo enquanto, em Aristóteles, o corpo não passa de *organum* da mente, ou seja, de instrumento ou órgão pelo qual a mente se comunica com o exterior. Na tradição religiosa ocidental, a mente é perene e imortal enquanto o corpo é mutável e perecível. Para Descartes, como já havia comentado, corpo e mente habitam domínios distintos que se contatam apenas na glândula pineal, enquanto, para Spinoza, o corpo e a mente são uma e única coisa regidas por atributos distintos: de um lado a matéria extensa, os corpos e suas afecções, de outro, o pensamento, o sentimento e as paixões, expressam a mesma realidade. Spinoza dessacraliza a mente, percebendo-a como "a ideia do corpo" e este, por sua vez, como a

matéria em movimento. A cada fato corporal corresponderia um fato anímico e vice-versa. A mente pensa sobre a matéria corporal, não podendo existir sem esta, *sendo assim o corpo pensante*. A um corpo ativo corresponde uma mente pensante e ativa, enquanto a um corpo inativo corresponde uma mente igualmente inativa. Se triste estou, triste está meu corpo, prostrado na cama, desesperado ou desesperançado. Se irado estou, irado está meu corpo, com o dedo em riste fazendo ameaças ou blasfemando contra o mundo. Se ignoro as causas de existência de um corpo próximo que afeta o meu, temo-o. Se o conheço em sua plenitude, respeito-o. Se feliz está a mente, todo meu corpo vibra ativo: estou em estado virtuoso. Paixões, ideias e a matéria corpórea, embora habitando em moradas distintas, operam cada uma em seu domínio, de forma similar. Só a alegria pode suplantar a tristeza, como só o amor pode suplantar o ódio. Pela primeira vez na História da Filosofia, corpo (domínio da matéria) e mente (domínio da razão e das paixões) são tratados em pé de igualdade, sendo esta a ideia daquele e, os afetos residentes na mente, isonômicos às afecções do corpo. Spinoza torna a mente, e suas paixões (*anima pathema)*, algo tão natural como o corpo e seus movimentos; estando ela sujeita às leis da natureza que são modificações infinitas (ver capítulo VI) de um *Deus sive natura* imanente ao universo. Spinoza retira a mente (alma) do reino transcendental em que foi posta pela tradição da Filosofia pós-socrática, e de praticamente todas as religiões. Ao refrear as paixões (medo, tristeza, ira, indignação e várias outras paixões que Spinoza cuidadosamente define em seu livro III) que diminuem o *conatus*, além de diminuir os efeitos das ideias inadequadas (imaginações, crendices, pensamentos megalomaníacos) que delas decorrem, como fontes dos preconceitos, ignorância, superstições, preocupações desnecessárias, temores injustificados, angústias catastróficas etc.; ao substituí-las pelo amor, afeto e alegria, que aumentam o *conatus*, estaremos dando um passo rumo à sabedoria e à felicidade. Claro que se trata de tarefa para gigantes, como Spinoza, cuja biografia mostra que chegou quase a atingir os níveis da santidade.

Várias ilações com consequências pedagógicas podem ser feitas. A dualidade entre um mestre-sujeito e seu aprendiz-objeto resultará da vontade de modificação daquele sobre este. Como vimos, enquanto para Schopenhauer, a vontade como coisa em si é causa irremovível do sofrimento, para Spinoza, a vontade (enquanto ideia inadequada) será causa de paixões, tais como medos, angústias, indignações, ódios, ressentimentos, invejas etc.,

com grande prejuízo para o aprendizado, sempre que estiver associada a ações que dependam fortemente do exterior, ou seja, de outros. Assim, quando o mestre (rever o exemplo **c** da seção anterior) visa mudar o estado de desconhecimento de seu aprendiz sofrerá e o fará sofrer (ambos padecerão de afecções tristes) quando deslocar sobre este a expectativa de sua vontade. Neste caso, o mestre será uma causa inadequada da modificação de seu aprendiz, pois que projetará em outro, e não em si, o resultado de sua ação, já que:

> **Nós padecemos na medida em que somos uma parte da natureza que não pode conceber-se por si mesma e sem as outras**. Diz-se que nós padecemos quando algo se produz em nós de que não somos senão a causa parcial, algo que não pode deduzir-se só das leis de nossa natureza[51].

Se, pelo contrário, o mestre caminhar à sala, e transmitir o que sabe, com a alegria de saber-se causa de seu próprio conhecimento, de sua caminhada e de sua fala, convidando seus aprendizes a participarem de sua alegria, sem nada querer que não resulte de sua ação (rever exemplo **a**), estará dando um passo rumo à sabedoria e à felicidade, ou seja, estará se aproximando da verdadeira Educação. Reciprocamente, o aprendiz que se dirigir ao seu mestre com a vontade de que este o transforme, padecerá das angústias e frustrações decorrentes de estar a sua vontade dirigida a outrem. Mas se, pelo contrário, perceber-se alegremente como causa e matéria-prima de seu próprio aprendizado, convidando o mestre a conhecer seus progressos, saberá evitar as afecções de tristeza, dando também um outro passo convergente rumo à sabedoria.

A pequena física de Spinoza e a grande mecânica de Newton

Spinoza confere ao corpo humano um estatuto filosófico tão elevado quanto à mente. Na sua ontologia não existe primazia desta sobre aquele, mas, pelo contrário, como corpo e mente são modos sob atributos distintos, existe entre eles uma perfeita isomorfia e equivalência. Como a mente não conhece o mundo exterior e não se conhece internamente, a não ser através de seu corpo, conhecer a mente humana requer um conhecimento da dinâmica do corpo humano e suas leis. Na época de Spinoza pouco se sabia acerca da bioquímica neural, e a própria Física estava praticamente restrita às leis planetárias de Kepler, à estática, que estuda os corpos em equilíbrio e à cinemática da queda dos corpos de Galileo. No entanto, a grande ciência da

mecânica seria criada por Isaac Newton, apenas um ano depois da morte de Spinoza. Este concluiu a Ética em 1675 falecendo em 1677, enquanto Newton publicou os *Princípios Matemáticos da Filosofia Natural* (ou resumidamente os *Principia*) somente em 1678. Portanto, é impossível que Spinoza conhecesse a obra de Newton. Embora a Ética seja um livro de filosofia pura, contém, no início da segunda parte, algumas definições, lemas e axiomas relativos ao corpo humano que podem ser considerados como pertencentes ao domínio da Física, e, de fato, essa parte da obra é chamada por alguns comentadores de "a pequena física". Devido à importância que o corpo humano adquire ao longo de todo o texto da Ética, seria interessante contextualizar a "pequena física" no âmbito mais geral das leis da mecânica de Newton.

O núcleo central dos *Principia* são as três leis fundamentais do movimento, que Newton assim formulou:

> Lei I: "*Todo corpo permanece em seu estado de repouso ou movimento uniforme em linha reta, a menos que seja obrigado a mudar seu estado por forças impressas nele*".
>
> Lei II: "*A mudança do movimento é proporcional à força motriz impressa, e se faz segundo a linha reta pela qual se imprime esta força*".
>
> Lei III: "*A uma ação sempre se opõe uma reação igual, ou seja, as ações de dois corpos um sobre o outro, são iguais e se dirigem a partes contrárias*"[52].

A lei de inércia enuncia que um corpo permanecerá indefinidamente em seu estado inercial, a não ser que uma força o tire deste estado. A segunda lei afirma que um corpo pode agir sobre outro, modificando seu movimento, através de uma força motriz que se origina no primeiro e atua no segundo; e quanto maior for a mudança de movimento, mais intensa terá de ser a ação. Portanto, na mecânica de Newton, uma força não produz movimento, como na Física aristotélica, mas mudança de movimento, que pode ser medida pela aceleração do segundo corpo. A mudança, na mecânica newtoniana, é a medida não mais do movimento ou velocidade do corpo, mas sim de sua aceleração, ou seja, a variação de sua velocidade. A terceira lei ou lei de ação ou reação nos adverte que o primeiro corpo, de onde se origina a força, não poderá realizar nenhuma mudança impunemente, pois que o corpo que teve seu movimento modificado responderá com uma reação igual e contrária sobre ele. De posse de um conhecimento preliminar das leis de Newton, passo agora à pequena física de Spinoza. Vale a pena repeti-la em parte:

> Axioma I: Todos os corpos estão em movimento ou em repouso.

> Axioma II: Todo corpo se move, ora mais lentamente, ora mais rapidamente.
>
> Lema I: Os corpos distinguem-se uns dos outros em razão do movimento e do repouso, da rapidez e da lentidão.
>
> Lema II: Todos os corpos têm algo em comum. (Estão todos sob o mesmo atributo, podem mover-se ora mais lentamente ora mais rapidamente e podem mover-se ou estar em repouso).
>
> Lema III: Um corpo, quer em movimento, quer em repouso, deve ser determinado ou ao movimento ou ao repouso por outro corpo, o qual, por sua vez, foi também determinado ao movimento ou ao repouso por outro (...) assim até o infinito.
>
> Corolário: Daí se segue que um corpo em movimento se moverá até que seja determinado ao repouso por um outro e que um corpo em repouso assim permanecerá até que um outro corpo o determine a mover-se[53].

A partir dos axiomas e dos lemas acima, Spinoza constrói uma mecânica que regerá as coisas sob o atributo extensão. Entendo que o lema III e seu corolário situam a metafísica spinoziana mais próxima de Newton do que da escolástica aristotélica. Vejamos o por quê: segundo Aristóteles, um corpo move-se verticalmente *para* ocupar seu lugar natural, independentemente da existência ou não de outros corpos, e move-se horizontalmente até esgotar a ação impressa por um segundo corpo, quando então pára, independentemente da existência ou não de um terceiro corpo. Ora, a primeira sentença do corolário do lema III assegura que um corpo em movimento somente parará sob a ação de um outro corpo, o que é justamente a lei de inércia de Newton, quando substituirmos o segundo corpo pela força que este exerce sobre o primeiro. Uma outra consequência do fato de um corpo parar em função da ação de outro, é que esta causa lhe é externa, pois está situada em outro corpo, e não em si. A essa causa externa, Newton denominou de força (*vis*), tendo esta um sentido bem distinto da *vis viva* de Leibniz ou do *impetus* escolástico, pois estes são imanentes ao corpo, dele não se separando até que se esgote, quando o corpo finalmente pára (ver capítulo III). Spinoza, provavelmente pela influência de Descartes, aproxima-se assim da Física newtoniana, em dois sentidos: inércia e força externa.

Vejamos mais um de seus axiomas:

> Todos os modos pelos quais um corpo qualquer é afetado por outro corpo **segue-se da natureza do corpo afetado** e, ao mesmo tempo, da natureza do corpo que afeta, de tal modo que um só e mesmo corpo é movido de

> diferentes maneiras, em razão da diversidade de corpos que o movem e, reciprocamente, **diferentes corpos são movidos de diferentes maneiras por um só corpo**[54].

Não seria este axioma compatível com a segunda lei de Newton, F = ma, quando por "natureza do corpo afetado" Spinoza poderia estar antecipando a ideia de massa ***m,*** inédita na Física até então? Faltar-lhe-ia, no entanto, estabelecer a proporcionalidade entre a causa e o efeito do movimento[55]. Depois de mais alguns axiomas e lemas relativos a corpos compostos, a Ética passa a tratar do corpo humano, que é o objeto de interesse do filósofo.

> Postulado III: (...) o corpo humano é afetado de diversas maneiras pelos corpos exteriores.
>
> Postulado VI: O corpo humano pode mover os corpos exteriores de numerosíssimas maneiras[56].

A seguir, Spinoza relaciona o corpo afetado com a mente. Sendo a já citadas proposições XIX e XIV as mais enfáticas das que se seguem:

> A alma humana não conhece o próprio corpo nem sabe que este existe, senão pelas idéias das afecções pelas quais o corpo é afetado[57].
>
> A mente humana é apta a perceber um grande número de coisas, e é tanto mais apta quanto o seu corpo pode ser disposto (a afetar as coisas externas) de um grande número de maneiras[58].

Desta forma, na pequena física de Spinoza, *a reação do corpo externo sobre o corpo humano é que sobre este produzirá uma afecção que será percebida pela mente*. Portanto, poder-se-ia acrescentar que se um corpo reage, ele será percebido pela mente na medida desta reação sobre o corpo humano, e não em si mesmo.

Embora em alguns aspectos a pequena física pareça compatível com as leis da mecânica terá, no entanto, a metafísica spinozista como um todo sobrevivido ao vendável provocado pela Física newtoniana, surgida apenas uma década após a morte de Spinoza? Ou, pelo contrário, as leis da Física, que regem o mundo extenso, excluem totalmente a existência de um mundo de ideias que lhe é paralelo e isonômico? Em suma, pode haver uma mente que conhece o mundo externo somente através de seu corpo humano, tido como receptáculo das reações dos corpos externos? Essa questão pode ser expressa de outra forma: as leis da Física autorizam uma teoria do conhecimento fundada no paralelismo entre corpo e mente?

Refletirei agora sobre dois aspectos essenciais dessa teoria. O primeiro deles é a isonomia e a equivalência entre duas cadeias de acontecimentos correlatos: o afeto (*affectuus*) corpóreo e a correspondente ideia da mente, cuja consequência mais importante é a impossibilidade da mente conhecer-se senão através dos afetos de seu corpo. Neste caso, haverá isonomia entre as ideias da mente e a cosmologia newtoniana? O segundo deles é a hierarquia das mentes estabelecida por Spinoza, não antropomorficamente, como em todas as metafísicas rivais, mas em função da riqueza das disposições do corpo, como expresso na proposição XIV acima citada.

Relevante para os físicos, nos axiomas, postulados e proposições acima, são os termos "corpo afetado", "corpo que afeta", "afecções" que se originam na mecânica dos corpos, constando predominantemente no desenvolvimento das questões tratadas no terceiro livro da Ética intitulado justamente de "*Das origens e da natureza das afecções*". Nas duas proposições acima, Spinoza, através da isonomia entre corpo e mente, relacionará univocamente as afecções físicas do corpo humano às afecções da mente, passando de uma física dos corpos a uma "física das mentes". Cabem neste ponto reflexões de relevância, tanto para a Física como para a Filosofia. Movimentos corporais iguais poderiam estar associados a diferentes ideias e vice-versa? No entanto, neste caso, ao relacionar estados iguais do corpo humano com diferentes ideias da mente, não estaria o filósofo caindo em contradição? Imaginemos três configurações do corpo e da mente[59]:

1ª. Desejamos pela manhã levantar-nos da cama. Acionamos a musculatura do corpo pressionando o colchão para baixo, deformando as suas molas, e estas por reação nos impelem para cima.

2ª. Não desejamos levantar-nos da cama e um mecanismo externo contrai as molas do colchão e a seguir as libera de forma que somos ejetados da cama, contrariando a nossa vontade.

3ª. Estamos ainda dormindo, e o malfadado dispositivo nos ejeta da cama.

Uma vez que o movimento resultante nas três situações é o levantar-se da cama, a resultante das forças mecânicas que nos impelem acima será a mesma pelas leis de Newton. Aparentemente, nas três situações acima descritas, não existe diferença entre as configurações do nosso corpo nem dos

corpos externos que nos afetam. Por conseguinte, segundo a proposição XIX, a mente deveria ter delas a mesma percepção, e assim a mesma ideia. Mas não é isso que ocorre: na primeira situação, penso "Quero me levantar", enquanto que na segunda o pensamento é "Não quero me levantar" e simplesmente, na terceira, "Não penso em nada", pois ainda estou dormindo. Estaria assim Spinoza equivocado ao dizer que mente só pode ter ideias a partir das disposições de seu corpo? Estaria sim, se as três configurações mecânicas fossem exatamente as mesmas. Embora o movimento resultante seja exatamente o mesmo, no primeiro deles, a musculatura se contraiu *antes* das molas, e no segundo *depois*. Existe ainda outra diferença sutil: a contratura muscular para o erguer voluntário não é exatamente a mesma da contratura contra a nossa vontade, e também diferente do levantar-se indiferente. Na verdade, as disposições dos corpos são sutilmente distintas, sendo assim, a proposição XIX é lógica e mecanicamente coerente.

Passemos agora à proposição XIV segundo a qual a riqueza da mente é tanto maior quanto maior o número de possibilidades que se oferecem ao seu corpo. Não estaria esta hierarquia da mente em contradição com o fato de que o corpo humano é impelido a mover-se exclusivamente pelas leis mecânicas, e estas não distinguem um objeto inanimado como uma estátua de um ser vivo? De fato, ambos, estátua e corpo humano, movem-se obedecendo às mesmas leis: aceleram ou desaceleram sob a ação de forças externas, persistem em seu movimento retilíneo uniforme, sem a presença delas, e, portanto, sob ação das mesmas forças, executam exatamente os mesmos movimentos. Em outras palavras, utilizando as leis da mecânica ou apenas observando seus movimentos, não se pode saber se um ser é vivo ou não. Então, sob o ponto de vista mecânico, não haveria diferença alguma entre um homem e uma estátua? Não, enquanto estiverem exatamente sob a ação das mesmas forças externas. No entanto, vimos que, ao pensamento "quero", corresponde uma contratura muscular distinta de "não quero" e, portanto, não ocorrerão em ambos as mesmas configurações de forças (afecções do corpo). Enquanto uma estátua não se contrai, nem antes nem depois do movimento, um homem pode contrair o seu corpo de várias formas distintas, correspondendo, a cada uma delas, diferentes ideias. Um ser vivo, notadamente o ser humano, ao contrário da estátua, pode assim dispor seu corpo a uma maior gama de configurações de forças que o impelirão ao movimento o que torna a sua mente, segundo a proposição XIV, mais apta a

ter um maior número de ideias, ou seja, mais apta a pensar. Neste ponto, para não recairmos em erro, será necessário uma nova reflexão. Se reduzirmos o corpo humano apenas às disposições musculares de seus membros, não se poderia concluir apressadamente que um contorcionista circense teria ideias brilhantes, ganhando o prêmio Nobel de Física, contorcendo-se ao entrar numa pequena caixa?! Relevante aqui é entender que o corpo humano não se reduz aos seus membros nem à sua musculatura, mas é extraordinariamente mais complexo, composto de órgãos internos, tecidos e vísceras, que se comunicam com o cérebro através de uma inextricável rede de terminações nervosas. Todas as afecções originadas, não só nos órgãos sensoriais, ou nos membros externos, mas em toda essa complexa malha corpórea, serão conduzidas e mapeadas no cérebro, que por sua vez também é parte do corpo, pois é feito de matéria, sendo, portanto, pertencente ao atributo da extensão. A esse complexo mapa neural, construído no cérebro, a partir de todas as afecções corpóreas, é que corresponderá finalmente uma ideia ou sentimento. Assim, enquanto no corpo ocorrerá uma sucessão de transformações e modificações de causas e efeitos físicos, tendo como consequência a revelação de uma fotografia cerebral do estado de mundo corporal, na mente ocorrerá, paralelamente, uma cadeia de ideias que se sucedem decorrendo umas das outras. É importante notar que, ao contrário do que possa parecer ao nosso senso comum, no sistema spinozista, entre as ideias da mente e as afecções materiais do corpo, não há uma relação causal direta, mas apenas uma associação ou correlação. Ou seja, não é a vontade ou uma ideia qualquer que impele o corpo ao movimento nem este que a produz. Pode-se concluir que a mente é tanto mais rica em ideias e vontades quantas forem as disposições de seu corpo. Assim, o homem tem uma mente mais complexa que o Adão de barro, por ter um corpo mais apto ao movimento externo e interno. O sopro divino, que lhe foi instilado, é de toda sorte, uma excelente metáfora para se perceber que na filosofia de Spinoza a mente humana é a ideia de um corpo ativo e que ambos são atributos divinos...

Agora, já com o aval da mecânica, a isonomia entre as cadeias de ideias e as afecções corpóreas nos habilita a uma importante reflexão com consequências pedagógicas. Como, na filosofia spinoziana, nem a mente predomina sobre o corpo, nem este sobre aquela, o aprendizado tampouco ocorre através de um esforço exclusivo da mente, nem de um material empírico projetado sobre o corpo humano, mas de uma atenção corpórea e mental

que ocorrem conjuntamente. Quanto mais o corpo se habilitar a receber as afecções provindas do mundo externo, mais a mente estará apta a pensar adequadamente sobre ele. Os aprendizes devem ser, portanto, estimulados por seus mestres a ter um corpo ativo e atento às sinalizações do universo para que a mente possa estabelecer os nexos causais que sobre ela projetar-se-ão naturalmente. Não se fazem grandes pensadores, mas grandes pensamentos que se apresentarão a quem atento estiver.

O martelo e o aprendizado

Spinoza discordava de Descartes sobre a possibilidade de um método para desenvolver o pensamento correto. Em sua famosa obra, *Discurso sobre o Método*[60], o filósofo francês estabelece quatro regras metodológicas, às quais o pensamento deve se submeter para chegar à verdade, enquanto, para o sábio luso-judeu, o pensamento aprimora-se por si mesmo até tornar-se verdadeiro, sem a necessidade de regras. Para ilustrar sua discordância em relação a Descartes, Spinoza dá um precioso exemplo: Como se forjou o primeiro martelo se para tal é necessário outro martelo? Usou-se uma pedra bruta produzindo-se um martelo tosco. Em seguida, com esse martelo imperfeito produziu-se um segundo martelo melhor, e assim sucessivamente até se chegar ao martelo adequado. Da mesma forma, para Spinoza, o pensamento, tal qual uma ferramenta de precisão, vai sendo forjado gradativamente até o seu aprimoramento, sendo o conhecimento verdadeiro um índice de si mesmo: quem tem uma ideia verdadeira saberá também que esta é verdadeira. Daí também resultam algumas ilações pedagógicas de grande valia. O ensino e o aprendizado das ciências não fogem a essa suprema regra. O estado inicial de desconhecimento do aprendiz não deve ser descartado, mas tido no exemplo acima, como o primeiro, e por certo ainda tosco, martelo com que se forjará um conhecimento mais aprimorado, que, por sua vez, possibilitará um outro conhecimento mais elaborado, e assim sucessivamente... O simples fato de o aprendiz existir como modo singular (ente) num mundo pleno de relações, voltando a estas a sua atenção, dispondo seu corpo das mais variadas maneiras possíveis (caminhando, olhando, ouvindo, sentindo, cheirando, apalpando as coisas em seu redor) já o habilitará a ser um primeiro conhecedor. O aprendizado, a partir de então far-se-á com o próprio caminho a ser trilhado, e não com regras preestabelecidas por um mestre-sujeito alheio e externo a esse caminhar.

Pan-animismo em Spinoza

Como ficou claro, na metafísica de Spinoza, a qualquer corpo situado no espaço, existe a ele associado um conjunto de ideias paralelas às afecções que este corpo sofre do exterior; então cabe agora questionar se é lícito supor que todos os corpos têm também a eles associados estruturas pensantes, sejam esses corpos pétreos ou humanos. Assim, existiriam pedras pensantes, como existem homens com pensamento empedernido?! Porém, qual é o pensamento do qual estamos falando afinal? Pensamento com o qual temos a capacidade de entender a Ética de Spinoza? É certo que as pedras não podem entender Spinoza, como grande parte dos homens também não... Falo de um pensamento que é a capacidade de estabelecer relações. O pensamento assim definido é tão mais complexo quanto são as relações que podem ser estabelecidas. Neste sentido restrito, até a configuração mais elementar da matéria, ou seja, um átomo de hidrogênio pode estabelecer relações entre suas partes. O elétron e o próton de um átomo de hidrogênio estão conectados por relações que estabelecem uma estrutura global tão complexa que faz com que as partes estejam inextricavelmente ligadas, gerando um espectro de energia e um festival de números quânticos. A esta arquitetura de conexão entre as partes, geratriz de leis e de estruturas lógicas, pode-se chamar de "pensamento do átomo". O que se pode questionar — com justa razão — é se este pensamento é "do átomo" ou é "o pensamento do homem sobre o átomo". Se a última hipótese for correta, qual seria o sentido dos modos finitos sob o atributo pensamento? Seria um conjunto de ideias, ou seja, uma teoria, que um humano tem sobre as coisas? Parece-me que este ponto de vista afasta-se diametralmente do núcleo central da metafísica spinoziana.

À guisa de clareza didática, imaginemos um sistema composto que consiste em um ser humano que observa um pequeno invertebrado ou até mesmo uma bactéria. Sobre isto podemos fazer as seguintes considerações: a)Há dois corpos que são modos finitos sob o atributo extensão. b) A bactéria produz afecções no corpo humano, via microscópio, e este produz afecções no corpo da bactéria. c) Às afecções do corpo humano correspondem ideias que ele tem da bactéria. Ou seja, aos seus estados físicos e cerebrais, enquanto séries causais no atributo da extensão correspondem, sob o atributo pensamento, uma cadeia de ideias acerca da bactéria. (d) Por sua vez, às afecções no corpo da bactéria correspondem, sob o atributo pensamento,

uma cadeia de sensações que reordenam a bactéria depois que ela foi afetada pela observação.

Dessas várias considerações pode-se entender que há uma simetria completa entre dois modos sob extensão e dois modos sob pensamento; nenhum dos modos sob extensão reduz-se a um modo pensamento e vice-versa, porque são isonômicos e independentes. Tampouco os pares de ideias, que se projetaram sob o atributo pensamento, associadas aos dois corpos, reduzem-se às ideias humanas, simplesmente porque não existem, na metafísica de Spinoza, ideias humanas, mas ideias de Deus que se exprimem através de um particular modo humano. Assim, não há na Ética nada que torne o pensamento humano melhor ou essencialmente distinto do pensamento de qualquer outro modo. Isto sim seria absurdo, pois levaria às causas finais através das quais o homem seria a finalidade última da criação. Tudo o que se pode dizer é apenas que um humano é mais complexo que a bactéria — ou qualquer outra forma de vida da cadeia evolutiva —, e assim seus pensamentos são proporcionalmente mais complexos. A Ética assegura-nos portanto uma simetria total entre os modos finitos, pois que ontologicamente eles são precedidos pela substância. Dessa forma, supor que nós pensamos, e qualquer outra coisa não, é romper a simetria essencial dos postulados da Ética e cair num idealismo sem solução. No sistema cartesiano há, de fato, uma assimetria ontológica entre o "eu" e as coisas, porque parte do "*cogito ergo sum*". Então é importante não se confundir o sistema simétrico da Ética com o sistema assimétrico do *cogito* cartesiano, ainda que este também opere com dois atributos. Como já disse, na Ética a única assimetria existente entre os modos são as complexidades de cada um deles. Existem matérias — e formas de vida — mais ou menos organizadas assim como existem sistemas lógicos de pensamento mais ou menos complexos, às quais estão associados. Desta forma, não pode haver uma bactéria sem que a ela não esteja associado um conjunto de ideias, o que poderemos denominar de "mente da bactéria"[61]. Tampouco na metafísica spinoziana poderá haver modos pensantes ("eus") privilegiados, sendo os demais modos inertes ou inanimados. Pensar que somente o homem pensa e ordena o mundo com seu espírito é afastar-se da filosofia spinoziana, sem jamais tê-la entendido. Portanto, no sentido acima apresentado, qualquer modo pensa independentemente das ideias humanas porque as relações que se estabelecem são inerentes à substância e não ao humano que as observa.

Assim, se admitirmos que haja uma isonomia e isomorfismo entre os atributos extensão e pensamento, pensariam as bactérias, as pedras e o homem, sobre si mesmos e sobre os demais corpos que os afetam. Repito que a equivalência, a simetria e a isonomia de todos os modos finitos, sejam eles sob o atributo extensão, sejam sob o atributo pensamento, implica que homens, pedras ou bactérias pensem, pois nas premissas nada há que centralize um "eu pensante" cercado por coisas inanimadas, uma vez que na Ética não há lugar para palavras tais como "*eu penso*" ou "*meu pensamento*", mas sim o "*pensamento de Deus que se expressa através de minha mente ou de qualquer outra*". Essa questão é muito bem explicitada por Spinoza no escólio da proposição XIII da Ética II:

> (...) Com efeito, tudo o que até aqui demonstramos são coisas comuns e **aplicam-se tanto aos homens como aos outros indivíduos, os quais, embora em graus diferentes, são, todavia animados**. Efetivamente, de qualquer coisa existe necessariamente a idéia em Deus e Deus é a causa dessa idéia da mesma maneira que é a causa da idéia do corpo humano; e, **por conseqüência, tudo o que dissemos da idéia do corpo humano deve necessariamente dizer-se da idéia de qualquer coisa**[62].

Devido à sua essencial importância, voltarei a citar este trecho em outros pontos deste livro, quando defender o ponto de vista de que a Teoria da Relatividade é compatível com a isonomia entre o corpo e a mente; e o pensamento filosófico de Einstein como um todo, compatível com o realismo substancial.

O Pensamento do todo e da parte

A isonomia corpo-mente desdobra-se ainda numa outra questão desafiadora de grande complexidade. Se a um corpo material associa-se uma mente que se constitui no conjunto de ideias paralelas e isomórficas às afecções desse corpo, existirão ideias que se associarão a cada uma das partes que compõem o corpo em questão? Em caso positivo, como essas ideias parciais constituem a ideia total do corpo composto?

Se a questão acima se referir ao corpo humano, digamos de Pedro, a que parte de seu corpo estará associado seu pensamento paralelo enquanto que "pedroforme"? Estará este pensamento associado unicamente a seu cérebro? — E o que dizer dos pensamentos de suas partes "pancreiforme", "cardioforme", "gastroforme" ou "enteroforme"? Usualmente acredita-se que

Pedro pensa apenas com seu cérebro, e assim seria aceitável supor que o pensamento "pedroforme" é o seu pensamento "cerebriforme".

A isonomia entre corpo e mente da filosofia de Spinoza, se levada às suas últimas consequências lógicas, parece lançar-nos a um aparente paradoxo: o pensamento de um ser humano é o pensamento de seu cérebro ou de todas as partes que compõem seu corpo, mapeadas no cérebro? Para entendermos melhor essa questão, em primeiro lugar, é necessário definir o que na metafísica spinoziana é chamado de pensamento. Lembremo-nos que: 1 - Um modo se expressa, ou melhor, expressa a substância, de duas maneiras distintas, como modo corporal extenso e como modo mental do pensamento. 2 - Como extensão, uma parte interage com o restante das partes do corpo por relações e nexos causais, ou seja, por influências que se propagam no espaço-tempo. 3 - Como pensamento, o modo é uma "ideia", e produz outras ideias de forma (não local e não causal) distinta dos modos-extensão. Portanto, ideias e corpos (materiais) são distintos, e não redutíveis uns aos outros, por um motivo muito simples: produzem-se através de leis distintas. As leis causais são locais e se propagam no espaço, enquanto ideias produzem-se através de encadeamentos lógicos que não são espaço-temporais. 4 - A cada objeto material, e sua configuração de afecções (modo extensão), corresponde univocamente uma ideia (modo pensamento), e esta ideia não sendo extensa não poderá estar situada em algum local ou corpo particular.

Desta forma, se um sistema composto, como o corpo humano, é constituído por ***n*** órgãos que estão em interação, existirão também ***n*** ideias associadas a estas afecções. O sistema é totalmente solidário, não podendo o todo existir sem as suas partes, e, por sua vez, as partes sem o todo, pois os *conatus* das partes e do todo estão inextricavelmente relacionados. À guisa de exemplo, o coração (ou qualquer outro órgão) não poderá permanecer ativo indefinidamente, depois de ter sido retirado do corpo, sendo a recíproca também verdadeira. Existirá assim uma ideia solidária, uma espécie de consenso entre todas as partes que será a ideia sistêmica do todo. Desta forma, as ideias que estão associadas às afecções corpóreas, segundo o "*ordo et conexio*", não estão localizadas no cérebro nem a este correspondem exclusivamente. Pode-se dizer apenas que a um mapa neural situado no cérebro, depois deste receber as informações do restante do corpo, corresponderá uma ideia incorpórea que não poderá mais ser localizada no espaço-tempo. Na metafísica spinoziana, a mente não pode ser reduzida ao cérebro, e, pelo contrário, a ideia que tem

do seu corpo, longe de ser "cerebral", é um consenso de todas as ideias que os órgãos vitais têm de suas afecções particulares, podendo o *conatus* ser entendido como um contrato metafísico de existência coletiva. O corpo todo pensa! No sistema panteísta de Spinoza, todos os organismos estão emaranhados como modos de uma única substância que se produz a si mesma (*causa sui*), produzindo também o universo. Esta é uma visão possivelmente precursora das doutrinas ecológicas que hoje estão em voga como, por exemplo, a hipótese de Gaia, que vê nosso planeta como um vasto organismo vivo ou ainda o hino ecológico: "*maltrate o mundo e você estará maltratando a Deus e maltrate o próximo e estará maltratando a si mesmo*".

Em contrapartida, a visão preponderantemente ocidental, como a natureza é criada, sendo hierarquicamente inferior ao criador que lhe é transcendente, pode ser impune e irrestritamente modificada pelo homem. Pelo contrário, em Spinoza, a natureza se confunde com Deus, que lhe é *imanente* e por isso deve ser respeitada. Um simples pedregulho por nós chutado no caminho adquire a importância ecológica de existir no universo: a destruição ou a transformação de um simples modo acarreta uma reação em cadeia de fatos e pensamentos que acabam por afetar todo o universo. Na metafísica de Spinoza, tudo está emaranhado a tudo, tanto os fatos materiais como as sequências de ideias. Qualquer modo é uma manifestação de uma única substância indivisível que impregna cada milímetro cúbico do universo. Os modos estão tão inextricavelmente ligados à substância quanto os instrumentos musicais à orquestra do qual são partes integrantes. Isolados, eles nada significam, porém seus discursos musicais ganham um significado apenas quando ouvidos na partitura completa.

Há uns meses atrás, quando comecei a cantar no naipe de baixos, em um coral de vozes mistas, o nosso regente deu, a cada integrante, uma partitura individual, que em Música é precisamente denominada de parte. Levei a minha parte para casa e comecei a solfejá-la, soando-me algumas notas sem sentido algum, e parecendo-me, ora que o compositor havia simplesmente se equivocado, ora que escolhera essas notas ao acaso. Telefonei primeiramente para um colega tenor, relatando-lhe minhas dificuldades. Para minha surpresa, o colega confessou-me que tinha as mesmas impressões acerca de sua parte. Telefonei então para o regente comunicando-lhe que, não só as vozes dos baixos como a dos tenores, pareciam erradas, pois que muitas notas não faziam sentido musical. O regente disse-me que tivéssemos calma, pois que no primeiro ensaio

geral entenderíamos o que o compositor pretendia com aquelas notas despropositadas. E foi justamente o que aconteceu, assim que o grande coral a oito vozes começou a cantar, os sons que separadamente soavam bizarros, ganharam repentinamente um sentido coletivo e uma lógica coerente. As partes não foram compostas para serem tocadas separadamente, mas sim coletivamente, ganhando somente assim uma necessidade e determinação que antes parecia pura contingência ou erro. O que separadamente pode parecer errado, confuso, contingente, aleatório ou feio, o é apenas em função de sua finitude, mas quando imerso na infinitude substancial adquire dimensões infinitas e com isto clareza, necessidade ou harmonia.

A questão acima levantada refere-se à relação do todo e das partes. Se há um todo constituído por partes, haverá tantos pensamentos quantas são as partes, havendo um pensamento do todo que é um consenso coerente de todas as ideias parciais. A título de exemplo, creio que seria interessante relatar que, num grupo de discussão de Spinoza (http://www.eListas.net/lista/spinoza), o Prof. César Castañeda propôs um debate *on line* sobre a isonomia entre corpo e mente, lançando a seguinte questão: se alguém espetasse Pedro no peito, haveria duas ideias de dor, a do peito e a do cérebro de Pedro? Romper-se-ia, neste caso, a bijeção entre corpo e mente? Responderia que não, pois a dor é sistêmica e única, tal qual a temperatura de um corpo é uma propriedade sistêmica única. Separadamente, o peito não faz uma ideia de dor, da mesma forma como uma molécula não tem temperatura, no entanto, o peito sofre uma afecção externa da agulha e existe uma ideia "peitiforme" associada a esta configuração (peito + agulha). Mas existe também uma outra configuração mais ampla: agulha + peito + nervos + cérebro = dor de Pedro. Além disso, haverá também uma ideia associada à dor de Pedro, e uma outra ideia da família de Pedro, quando ouve seu grito de dor, e assim ao infinito.

Pode-se agora entender porque um órgão como o cérebro pensa enquanto órgão, e criando o mapa do pensamento total do corpo ao qual pertence. De fato, o pensamento "pedroforme" é um consenso coerente do pensamento, "cardioforme", "peitiforme", "cerebriforme" etc., como uma peça para coral é o pensamento coerente do pensamento "baixoforme", "tenorforme", "sopranoforme" e "contraltoforme".

As consequências pedagógicas da metafísica do emaranhamento dos *conatus* do todo e de suas partes, são ricas e variadas. Mestres devem estimular seus

aprendizes a manterem seus corpos saudáveis e ativos, pois como vimos o pensamento não é uma atividade exclusivamente cerebral, como normalmente se acredita no ocidente, mas uma orquestração harmônica de todos os órgãos que compõem o corpo humano. Portanto, os aprendizes, notadamente de Física, deverão ser constantemente estimulados a manter seus membros ativos, e seus sentidos aguçados e atentos para os acontecimentos do mundo físico, pois a Ciência não é uma atividade de um sujeito isolado, mas resultado de um pensamento coerente com as forças que movem o universo. Ao longo de mais de trinta anos de magistério, tenho insistido que não se faz Física só com giz e quadro-negro, nem só com papel e caneta, mas com o corpo imerso no mundo e a mente atuando conjunta e simultaneamente. À medida que estamos com o corpo ativamente imerso na malha universal das afecções físicas, surgirão na mente (que não se reduz ao cérebro) concomitantemente as ideias acerca dessas mesmas afecções. Esta me parece uma das lições mais importante do *ordo et conexio*, e da isonomia entre corpo e mente.

Acredito que os vários exemplos dados serão úteis para o desenvolvimento de ideias que serão apresentadas mais adiante sobre as teorias da Relatividade e Quântica. Estamos aptos a aprofundar a questão do pan-animismo em Spinoza.

Matéria Pensante?

Será a Ética compatível com a existência de uma matéria pensante? Isto é, a matéria dita bruta teria a ela associada uma ou mais ideias que poderiam ser a sua mente? Em que medida a mente humana é superior às mentes de outros indivíduos, se é que estas existem? Depois de uma atenta leitura da Ética II, volto a refletir sobre essas questões, com o objetivo de mostrar que a ideia de uma matéria inteligente não é tão herética nem heterodoxa, como muitos comentadores idealistas da obra de Spinoza pensam, pois, na verdade, está muito bem sustentada por algumas das proposições que anteriormente já havia citado. Senão vejamos:

> O objeto da idéia que constitui a alma (mente) humana é o corpo, ou seja, um modo determinado da extensão, existente em ato, e não outra coisa[63].

Repito agora um trecho maior do escólio desta mesma proposição:

> (...) Com efeito, tudo o que até aqui demonstramos são coisas comuns e **aplicam-se tanto aos homens como aos outros indivíduos, os quais,**

> **embora em graus diferentes, são todavia animados**. Efetivamente, de qualquer coisa existe necessariamente a idéia em Deus e Deus é a causa dessa idéia da mesma maneira que é a causa da idéia do corpo humano; e, **por conseqüência, tudo o que dissemos da idéia do corpo humano deve necessariamente dizer-se da idéia de qualquer coisa**. E, no entanto, não podemos negar que as idéias diferem entre si como os próprios objetos, e que uma idéia é superior a outra e contém mais realidade, na medida, em que o objeto de uma é superior ao objeto da outra e contém mais realidade. **Por essa razão, para determinar em que é que a alma humana difere das outras e é superior a elas, é-nos necessário, como dissemos, conhecer a natureza de seu objeto, isto é, a natureza do corpo humano** (...) Digo, que quanto mais um corpo, comparativamente a outros, é apto para realizar simultaneamente um maior número de coisas ou para as suportar, tanto mais a sua alma é apta, comparativamente, às outras, para perceber simultaneamente um maior número de coisas; e, quanto mais as ações de um corpo dependem dele só, quanto menos outros corpos concorrem com ele na ação, tanto mais a alma desse corpo é apta para compreender distintamente. **Por aqui, podemos reconhecer a superioridade de uma alma sobre as outras** (...)[64].

Após uma leitura atenta do trecho acima citado, especialmente os grifos, não é absurdo supor que a matéria bruta também teria uma mente, e, portanto, pensaria. Como vimos no exemplo do homem que quer levantar-se da cama, seus pensamentos são muito mais complexos quando comparados aos de uma estátua, pois um corpo rígido pode realizar e suportar um número muito reduzido de movimentos. No entanto, não seria absurdo entender que, segundo o filósofo de Amsterdã, até um corpo rígido poderia pensar[65]. Veremos adiante, quase no final deste livro, que a ideia de uma matéria autoconsciente está sintonizada com as ideias de alguns físicos contemporâneos...

A ideia da ideia rompe a isonomia?

Para muitos comentadores[66] da obra de Spinoza, a suposta isonomia entre corpo e mente não é sustentável. Para eles, existe um conceito de autoconsciência que rompe com dita ideia: a mente humana poderia conceber ideias sem relação ao corpo, enquanto pode conceber suas próprias ideias, ou a ideia da ideia. Segundo essa vertente interpretativa de Spinoza, é possível remontar-se ao infinito na concepção das ideias. Isto sustentaria que podem ocorrer muitas coisas ou modificações no pensamento que não estão relacionadas com a extensão, com o que a isonomia se romperia. Por outro

lado, certos comentadores defendem também que a mente será concebida na parte V da Ética, já não como uma ideia de um corpo, senão como um modo que é parte da infinita ideia de Deus e que, portanto, pode ser concebida sem relação a um corpo existente em ato. De fato, no final do quinto livro da Ética, no escólio da proposição XL, Spinoza revela que, na medida em que a mente compreende, há uma parte dela que é eterna, sendo esta um modo eterno de pensar que constitui a inteligência eterna e infinita de Deus. É necessário, no entanto, interpretar com clareza o que nos diz o filósofo: o que sobrevive ao corpo não é a mente como algo separado do corpo, mas o conhecimento, ou seja, as ideias adequadas e verdadeiras que em algum momento estavam associadas ao corpo enquanto existente em ato, e são eternas enquanto fazem parte do Intelecto de Deus. As leis de Newton, a Teoria da Relatividade, as sinfonias de Beethoven ou as telas de Rembrandt são algumas dessas ideias que sobreviveram aos corpos físicos de seus autores.

Assim, no caso do ser humano, a ideia sobre os modos da extensão, que é a mente, tem a peculiaridade de ser consciente individualmente do corpo e de si mesma. Isto é, segundo esses comentadores, o que faz que, na metafísica spinoziana, pedras não pensem, mas os seres humanos, sim. Segundo essa ótica, sob o atributo pensamento existiria em Deus, uma cadeia de modos finitos (um conjunto de ideias que compõe a mente) e *paralelamente a esta*, uma outra cadeia de ideias que a mente tem de si mesma (a autoconsciência individual). Ou seja, a mente humana ganha um *status* central que nenhum outro modo (outro ser natural, como dizem) possui: pensar sua própria cadeia de ideias, ou seja, ser autoconsciente. Acredito que essa interpretação da mente humana (que só os humanos possuem, ou melhor, que somente está associada ao corpo humano e a nenhum outro corpo físico) converte-a em um reino dentro de um reino, rompendo-se assim, a meu ver, a simetria modal da natureza, dando brechas a uma interpretação kantiana de Spinoza e à filosofia do sujeito. Desta forma, pretende-se superar a metafísica, instituindo o primado da representação humana em que o mundo se oferece ao sujeito tão-somente como uma representação construída a partir de uma consciência ontologicamente central. Creio, entretanto, que a "ideia da ideia", além de não ser um privilégio da mente humana, como interpretam esses comentadores, também não rompe a isonomia corpo-mente. Dizem estes que "eu posso ter a ideia de João, que é sua essência objetiva, porém ao mesmo tempo, posto que a dita ideia é um ente (modo) em si mesma, possui

sua própria essência formal, a qual pode ser objeto de uma nova ideia ou essência objetiva, e assim ao infinito". Repetirei três importantes proposições de Spinoza que se referem à mente humana, e que a meu ver depõem contra a ideia de um sujeito transcendental.

> o objeto da idéia que constitui a alma (mente) humana é o corpo, ou seja, um modo determinado da extensão, existente em ato, e não outra coisa[67].
>
> A alma humana não só percebe as afecções do corpo, senão também as idéias destas afecções[68].
>
> A alma (mente) não se conhece a si mesma senão enquanto que percebe as idéias das afecções do corpo[69].

As três proposições somente podem ser autoconsistentes se a ideia de uma afecção do corpo for paralela a uma nova afecção no corpo. Se Gregor Samsa[70] percebe a existência de uma barata, por exemplo, sua imagem e seu movimento produzem-lhe uma afecção corporal a qual se reflete em sua mente uma "ideia de barata". Porém, "a ideia de barata", por sua vez, está paralelamente associada a uma nova afecção corporal, e esta última está refletida em sua mente como uma nova ideia que é "a ideia da ideia da barata". Em suma, ao pensar na barata, mesmo sem a sua presença, o infeliz Gregor Samsa terá uma série de afecções corporais que podem ser desde medo, náusea e até o pânico total que o imobiliza — como muitas mulheres podem confirmar. Concluímos isto por coerência com a proposição XIII. Não há assim quebra da isonomia, posto que cada nova ideia tem, a si associada, um novo estado corporal. Não deduzo tampouco das muitas proposições citadas, nenhum privilégio da mente humana de produção de "uma duplicação da ideia da ideia" sem referência ao corpo. Pois que a mesma "ideia da ideia" pode ser atribuída a uma formiga ou a qualquer outro modo sob extensão: os corpos em interação se afetam mutuamente, e a cada nova afecção de um deles se associa uma ideia em Deus e uma nova afecção no outro corpo, e assim sucessivamente. Paralelamente, sob pensamento existe em Deus uma cadeia de ideias (de ideias) (de ideias) até o infinito. Se, em contrapartida, extrairmos das proposições citadas, a consequência de que possa haver uma mente privilegiada que tem ideias de si mesma sem referência ao corpo, ocorrem duas contradições, no seio da axiomática da Ética: a) as ideias passam a não ter contrapartida na extensão, ou seja, a isonomia entre pensamento e extensão se rompe, a não ser que exista algo como a "extensão da extensão" ou o "corpo do corpo". Como não

existem, todavia, tais conceitos, o atributo pensamento torna-se superior à extensão, pois que é autoengendrável e a um único fato corporal corresponderia uma infinidade de ideias, sem contrapartida extensa. b) A existência de um modo pensante sem referência ao corpo contradiz a proposição EII, 13, que repito grifada, à guisa de clareza: "o objeto da ideia que constitui a mente humana é o corpo, ou seja, um modo determinado da extensão, existente em ato, e não outra coisa". Além dessas contradições, a existência de uma única espécie de mentes autopensantes torna assimétrica e inconsistente a metacosmologia da Ética I na qual nada pode existir que não seja na, e através da, substância infinita que possui infinitos atributos infinitos. Ora, o que é infinito não tem centro nem referenciais privilegiados, sendo uma coleção de mentes autopensantes, um centro ou uma referência privilegiada no seio de um oceano infinito de coisas apenas pensantes em Deus. Novamente, recair-se-ia num inevitável transcendentalismo da filosofia do sujeito. Conceder uma mente autoconsciente apenas ao homem viola toda a isotropia, isonomia e isomorfia da Ética I, além de violar explicitamente o escólio da citada proposição. XIII, que insistentemente sublinho: "*Com efeito, tudo o que até aqui demonstramos são coisas comuns e aplicam-se tanto aos homens como aos outros indivíduos, os quais, embora em graus diferentes, são, todavia animados*". Creio assim convictamente que a "ideia da ideia" além de não romper a isonomia, corpo e mente, tampouco é privilégio humano.

No entanto, jamais discordaria de que haja uma hierarquia de mentes, segundo a complexidade dos corpos que lhes correspondem. A ideia da ideia abre aos humanos um rico universo de representações quadraticamente complexas, como a Arte, a Ciência e a linguagem, capazes por si próprias de novas afecções, sentimentos ou paixões como medo e tristeza. Assim, neste sentido, a mente humana é superior à mente de uma formiga na mesma proporção da complexidade de seu corpo. Lembro, no entanto, que uma formiga é também um indivíduo muito complexo, pois constituindo seu corpo existe uma miríade de átomos, constituídos por nêutrons e prótons que se ligam por forças muito complexas e que têm em seu redor uma nuvem de elétrons regida por complexas equações quânticas. A formiga, embora não faça literatura nem música, pode também perceber muitas coisas que ocorrem em seu corpo... Se Deus pensa (como todos spinozistas parecem concordar) sobre o homem, tem de pensar sobre a bactéria, descontadas as proporções e complexidades corporais, posto que esta é a evolução natural e eficiente

daquele, como sabemos após Darwin. Não pode assim Deus outorgar "autonomia pensante" ao um modo singular humano e não a outro que é sua causa material e eficiente! Afinal *causa aequat effectum* e o conhecimento do efeito envolve o da causa. Não vejo assim sentido em haver uma mente humana cercada de objetos brutos, desalmados ou mentecaptos, a não ser que o homem proviria ou de um sopro divino de um Deus transcendental ou seria ele próprio um sujeito transcendental cercado por um mundo amorfo ao qual visa ordenar. É necessário resistir à tentação de reduzir a Ética a uma filosofia de cunho transcendental pós-kantiana.

Mudança, permanência e a pedagogia da felicidade

A milenar disputa metafísica acerca do que seria precedente, se a essência ou a existência, polêmica que remonta aos tempos da Filosofia grega, já se caracterizava na contraposição do *ser* eterno e atemporal de Parmênides de Eléia (c. 544-450 a.C.) e do *vir a ser* (devir) mutável de Heráclito de Éfeso (sécs. VI-V a.C.). Aristóteles (séc. IV a.C.) resolveu o problema dividindo o universo em duas esferas: sublunar e supralunar. A primeira conteria o espaço que está entre a Terra e a Lua, e seria o reino das transitoriedades e imperfeições que observamos no cotidiano, ao passo que a segunda seria o domínio das essências perfeitas, como as estrelas em seus eternos movimentos circulares. A primeira seria o reino dos quatro elementos enquanto a segunda seria feita da quintessência.

Como Spinoza resolve este milenar conflito entre as coisas eternas e as transitoriedades? Haveria, segundo o filósofo sefaradita, duas naturezas: Naturada e Naturante (*Natura Naturans e Natura Naturata*). A primeira, seria o espírito-razão da substância, a natureza em sua essência divina, enquanto a segunda seria a manifestação da substância, onde todas as coisas finitas habitariam em seus atributos (dimensões), ora espaço-temporal (o universo, a matéria e a natureza como os conhecemos), ora mental (ideias ou pensamentos singulares). Enquanto a primeira seria o domínio da essência e dos atributos atemporais, a segunda seria a morada da existência dos modos mutáveis, em constante movimento.

> Deve entender-se como Natureza Naturante o que existe em si e concebido por si, ou, por outras palavras, aqueles atributos da substância que exprimem uma essência eterna e infinita, isto é, Deus enquanto é considerado como

causa livre. Por Natureza Naturada, porém, entendo tudo aquilo que resulta da necessidade da natureza de Deus, ou, por outras palavras, de qualquer dos atributos de Deus, enquanto são considerados como coisas que existem em Deus e não podem existir nem ser concebidas sem Deus[71].

A Natureza Naturante seria aquilo que é eterno, infinito, imutável e indivisível, causa de si própria e de todas as coisas e ideias singulares, sejam elas finitas ou infinitas; enquanto a Natureza Naturada seria a natureza criada, como somatório de todos os efeitos imanentes, que expressa a causa sem dela se separar. Atributos e modos; ordem eterna e temporal, natureza ativa e passiva, causa e efeito, Deus e o universo, são dualidades coincidentes que manifestam a essência única em seus infinitos acidentes.

Dessa forma, ao contrário de Aristóteles, que separa o espaço em duas porções e distintamente de Platão, que separa o mundo permanente das ideias, do mundo imperfeito e mutável dos sentidos, Spinoza apresenta uma solução monista e abrangente, pois que ambos os domínios, *Natura Naturans* e *Natura Naturata* pertencem à mesma substância una, indivisível, infinita. Em Spinoza, não existe a dualidade entre ser e devir, pois a substância é, através de seus atributos, permanente e atemporal, e também mutável e acidental, através de seus modos. O mundo material é, pois, mutável, mas suas leis são imutáveis e devem ser consideradas, segundo Spinoza, "*sub specie aeternitatis*", o que significa que a relação entre as coisas mutáveis deve ser percebida sob "o ponto de vista da eternidade". A consciência ou o pensamento busca as relações atemporais e eternas embora as próprias coisas pensadas ou existentes, não o sejam.

Vimos, assim, que os três pilares nos quais se sustenta a metafísica spinoziana são substância, atributos e modos, enquanto os dois primeiros são o primado da eternidade e da permanência, os últimos são as mudanças e transitoriedade das coisas corruptíveis. No entanto, na gênese spinoziana, a substância produz seus atributos, e estes os modos infinitos, que, por sua vez, produzem os finitos, ou seja, as coisas do mundo. Como então entender que a transitoriedade decorre da eternidade? Não será isto uma contradição? No *Tratado da Correção do Intelecto,* Spinoza nos oferece um precioso exemplo:

Note-se, porém, que por série das causas e dos seres reais não entendo aqui a série das coisas singulares e móveis, mas sim, a série de coisas fixas e eternas. Realmente, seria impossível à fraqueza humana alcançar a série de coisas singulares e mutáveis tanto devido à sua quantidade que ultrapassa todo

> número, como devido a infinitas circunstâncias numa e mesma coisa das quais cada uma pode ser a causa da existência da coisa (...). Efetivamente, também, não é necessário que intelijamos a série delas, visto que a essência das coisas singulares e móveis não deve ser deduzida da sua série ou ordem da existência. Com efeito, esta última (a ordem da existência) não nos dá outra coisa senão denominações extrínsecas, relações, ou quando muito, circunstâncias, coisas que estão longe de constituir a essência íntima das coisas. Esta, entretanto, só há de procurar nas coisas fixas e eternas e, ao mesmo tempo, nas leis inscritas nessas coisas como seus verdadeiros códigos, e segundo as quais são feitas e ordenadas todas as coisas singulares. De fato, estas coisas singulares e mutáveis dependem tão íntima e essencialmente (por assim dizer) das coisas fixas que sem elas não podem existir nem ser concebidas. Portanto essas coisas fixas e eternas, ainda que sejam singulares, serão para nós, por sua presença em toda parte e latíssima potência, como que universais (...)[72].

Imaginemos um triângulo no qual um de seus vértices é móvel. A cada momento um triângulo singular é gerado pelo movimento de seu vértice, mas em todos eles a soma dos ângulos internos é igual a dois retos. A transformação dos triângulos pressupõe a permanência da soma de seus ângulos. Nas transformações do mundo físico, da mesma forma, escondem-se permanências na forma de leis, como as de conservação de energia, *momentum* linear e angular, carga elétrica, paridade, spin etc. Por detrás da infinita série das coisas transitórias encobrem-se a infinitude e a atemporalidade. Creio ser esta a essência da relação spinoziana entre a mudança e permanência, bem como entre a duração e a eternidade.

Da mesma forma, a lei da gravitação de Newton, segundo a qual "a matéria atrai a matéria na razão direta de suas massas e na razão inversa do quadrado das distâncias", vale para todos os planetas e para todos os tempos, passados e futuros. Enquanto planetas e triângulos constituem o que Spinoza chama de "série de coisas mutáveis", as leis de Newton e de Thales são as "leis inscritas nessas coisas como seus verdadeiros códigos, e segundo as quais são feitas e ordenadas todas as coisas singulares". Para Spinoza, as coisas finitas e mutáveis que, como já vimos, são os modos finitos sob o atributo extensão, devem ser compreendidas e arranjadas segundo as leis da natureza que são os modos infinitos e esses, por sua vez, entendidos como projeções dos atributos divinos que também são projeções, e assim até o infinito.

Esse concreto universo de coisas finitas está para Deus assim como uma construção está para seu projeto, isto é, a estrutura mecânica e matemática segundo a qual foi construída. Sem essa base de sustentação, a construção

desmoronaria, ou melhor, nem existiria. Desta forma, o universo é sustentado e existente pela sua estrutura, suas leis invariáveis e relações imutáveis. Para Spinoza, todos os eventos são regidos por essa magnífica estrutura de leis e relações, e não por um caprichoso e invisível monarca sentado nas nuvens. A busca dessas leis é um dos caminhos que nos aproximam da eternidade de Deus, fazendo do cientista e do filósofo uma espécie de sacerdote que Lhe rende um culto *sub specie aeternitatis*.

Finalizo estes dois capítulos iniciais, dedicados à biografia e à filosofia de Spinoza, afirmando de alto e bom tom que, jamais na história do pensamento, um filósofo foi tão odiado, criticado e perseguido, mas, ao mesmo tempo, tão amado e respeitado quanto o jovem judeu português Baruch de Espinosa que, depois, tornar-se-ia o holandês cidadão do mundo Benedictus Spinoza. É impossível permanecer-se impassível frente a uma Filosofia tão bela e radical. Tanto o seu sistema quanto as suas conclusões são de uma beleza sem par na história das ideias. Se a beleza se confunde com a verdade, como dizia o poeta Keats, a filosofia de Spinoza seria a mais verdadeira de todas. Ela, de fato, não pode estar parcialmente certa e ao mesmo tempo parcialmente errada, pois não é possível efetuar-se remendos em seu sistema. Ao associar a essência divina à existência da natureza, por meio de seus infinitos atributos infinitos, elevando as leis naturais e o equilíbrio do universo às esferas do divino, Spinoza aproximaria a razão da fé e a ciência da religião, tornando-as inseparáveis. Não teria medo de afirmar que Spinoza cria uma espécie de religião da ciência da qual Einstein, como veremos, se aproximará de forma bem clara. Certa vez o filósofo perguntado se acreditava em Deus, respondeu: "*Eu não acredito em Deus, eu conheço Deus*". Deus que estaria morto para Nietzsche e Marx, e que era desnecessário para Laplace, para Spinoza, porém, estava vivo na medida da força de nossa compreensão, na capacidade de observação de nossos sentidos e na liberdade de nossas ações comprometidas apenas com a necessidade e a coerência interna. Para o filósofo sefaradita, o bem é a consequência da liberdade e da virtude da livre ação coerente que decorre, por sua vez, do pensamento livre, porém lógico e necessário. O bem agir é assim um *processo,* e não apenas um *ato isolado* como fica claro nos versos do poeta Antônio Machado: "*Caminante no hai camino, se hace el camino al andar*".

Um dos questionamentos que se pode fazer em relação ao sistema determinístico de Spinoza é se poderá haver felicidade em um universo

determinado no qual os fatos decorrem da necessidade divina e universal. Poderão os homens perseguir e alcançar a felicidade ou pelo menos um profundo bem-estar? A felicidade, segundo o filósofo de Amsterdã, é possível. No entanto, seguramente não se a obterá querendo mudar o universo ou a si mesmo, pois que isto é impossível em um sistema onde tudo ocorre necessariamente, mas cada um conhecendo-se como uma das forças ativas da Natureza. Felicidade, para Spinoza, é assim igual ao supremo conhecimento proporcionado pelo Amor Intelectual de Deus, estado no qual divisamos claramente que tudo o que ocorre no universo, e inclusive a nós mesmos, apenas tem um sentido quando percebido em sua necessidade e totalidade indivisa.

A virtude maior é, portanto, ser livre, clarividente e feliz para assim sentir o *Amor Intelectualis Dei*. Como não se pode mais separar Deus de seus efeitos naturais imanentes, a Sua essência infinita, livre e eterna, manifestar-se-á como uma ilusão em nossa consciência finita, que é denominada de tempo, mas, no estágio mais elevado da sabedoria, poder-se-á sentir a eternidade suprimindo o tempo, e, nesse momento atemporal, percebe-se também a infinitude. É essa a imortalidade da mente que se desprende do corpo nas últimas linhas da Ética. Deus, para Spinoza, é observável e inteligível à nossa razão e não apenas crível à nossa intuição. É possível assim conhecer Deus.

Uma pedagogia filosofante da ciência deve, na mesma medida, democraticamente distribuir, entre mestre e aprendizes, o bem-estar proporcionado pelo conhecimento do universo e de suas relações. Não apenas o conhecimento que leva à técnica, e com esta ao consumo material, mas principalmente o conhecimento que conduz aos estados de felicidade suprema. No entanto, não será o mestre que transferirá este conhecimento aos aprendizes, pois o saber já se encontra suspenso esperando apenas o momento de sua precipitação. O conhecimento guarda com os conhecedores a mesma relação que há entre a substância e seus modos: a precipitação do infinito eterno sobre o finito mutável.

Mestre e seus aprendizes estão emaranhados entre si, e com o mundo, como elos de uma cadeia infinita de causas, relações, razões e motivos que somente a infinitude do conhecimento pode entender em sua totalidade, pois a percepção do infinito é impossível a corpos e mentes finitas. Assim, nenhum deles pode ser a causa única da modificação do outro. No entanto, padeceriam de tanto menos tristeza e mais de alegria à medida que percebessem

a amplitude do espectro de ações que podem exercitar e compartilhar como causas livres e suficientes. Caminhar, preparar uma boa aula, dialogar com seus aprendizes, indicar-lhes um caminho para o conhecimento, já são motivos de contentamento em si. No entanto, querer que o mundo e os aprendizes se submetam aos desígnios prescritos pela vontade resultará sempre numa afecção triste, porque o mestre não tem o poder de modificar seus discípulos, pois para tal muitas outras causas concorrerem concomitantemente. Eis aí o sofrimento previsto por Spinoza, quando não somos (e não muitas vezes não podemos ser) a causa adequada de um determinado efeito externo que desejamos. O mundo, como uma infinita teia de causas e efeitos, se nos apresenta projetado, em razão da limitação de nossos corpos e mentes, na forma de uma roda da fortuna. Saber suportar, com a mesma serenidade, as precipitações dos acontecimentos que não dependem de nossa natureza, é a marca da sabedoria. O verdadeiro educador age pela força interna de suas ideias e de seus atos, sabendo deles extrair a sua própria alegria, sem esperar que as precipitações da roda da fortuna — os resultados pedagógicos de seus aprendizes se dêem exclusivamente de acordo com sua vontade. Sábio é alegrar-se com a pequena porção do universo sobre a qual podemos atuar.

Afinal, *Deus sive natura* nos ensina que o melhor caminho para conhecer Deus é buscar a natureza que não apenas nos circunda exteriormente, na forma de resultados ou representações, mas que em nós está entranhada pela mesma necessidade com que a soma dos ângulos de um triângulo é igual a dois retos…

CAPÍTULO III

AS LEIS DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA

Nos últimos anos que antecederam a minha aposentadoria como professor de Física, lecionei várias disciplinas básicas, cujas ementas consistiam numa introdução à mecânica newtoniana. Normalmente estas disciplinas são ensinadas sem quaisquer referências aos fatos históricos e filosóficos que antecederam a obra de Newton, tida como marco zero da mecânica, e de fato, assim também a lecionei durante anos a fio. Constatei, entretanto, na última década de atividades em sala de aula, que uma introdução à mecânica, nos moldes que farei neste capítulo, aguçou enormemente o interesse dos aprendizes, que passaram a ver a mecânica newtoniana inserida num contexto histórico mais amplo, e ainda os capacitou para um melhor e mais profundo entendimento das próprias leis da mecânica. Elas não foram mais vistas como meras fórmulas operacionais "inventadas", num lampejo isolado, por Newton, para resolver problemas específicos, mas formas de expressão matemática de um discurso científico que passou a vigorar antes mesmo da existência do físico inglês. Constatei também, ao longo de minha travessia por várias universidades onde lecionei, que as leis de conservação de energia e *momentum*, quando apresentadas dentro de um contexto histórico que as remete aos pré-socráticos na sua busca do *arché* primordial, estimula os aprendizes ao pensamento historicamente contextualizado, bem como lhes

abre novos horizontes para uma reflexão filosófica possível dentro dos limites da Física e da Ciência. No entanto, como alertei na introdução deste livro, a caracterização do emaranhamento da Ciência com a Filosofia, ainda que altamente recomendável do ponto de vista pedagógico, por lhe captar a essência, não deve ser feita em detrimento da capacidade de cálculo dos estudantes. Esses dois elementos pedagógicos, a saber, os estímulos à reflexão filosófica e à fluência na linguagem matemática deverão seguir par e passo, devendo o mestre fecundar a mente de seus aprendizes, aguçando-lhes o interesse histórico e filosófico, bem como aptidões e capacidades para a previsão precisa dos fenômenos naturais. Isso deverá ser feito não necessariamente com finalidades técnicas específicas, mas principalmente por ser a previsibilidade, a essência da Ciência que passa a viger a partir do Renascimento, com o advento da matematização do discurso científico introduzida por Kepler, Galileo, Descartes e Leibniz. Acredito também que a filosofia spinozista, que tem na causalidade imanente às leis da natureza, um de seus núcleos essenciais, aponta também para essa mesma direção pedagógica.

Vimos no capítulo anterior que na metafísica spinoziana as leis da natureza são as relações atemporais de repouso e movimento que ordenam como "códigos" a forma com que são produzidas, e arranjadas, as coisas singulares e transitórias. Vale a pena, pois investigar historicamente as leis da Física mais a fundo, dando-lhes uma contextualização filosófica, raramente apresentada nos textos e nos cursos de Física básica, o que, a meu ver, pode ter interessantes desdobramentos pedagógicos. Com isso em mente, pretendo abordar neste capítulo as grandes contribuições dadas por Descartes e Leibniz para o estabelecimento das leis de conservação da natureza, expressas matematicamente.

Embora a metafísica de Spinoza seja muito distinta dos sistemas criados pelos dois pensadores acima citados, eles parecem convergir para um ponto comum: a natureza pode ser descrita matematicamente por leis eternas e universais, que descrevem a conservação de algo que lhe é essencial. Enquanto que para Spinoza, essas leis são os modos infinitos da substância infinita[1], ou seja, leis da natureza naturada, para Descartes são as formas com que um Deus transcendente construiu o mundo. Já para Leibniz, era necessário buscar uma grandeza física com a qual Deus proveria as mônadas de uma força motriz essencial, a *vis viva*[2]. Pelos motivos expostos, parece-me importante

dedicar este capítulo ao estudo das leis naturais que são aquilo que permanece na mudança, na necessidade de seu curso, pois é na percepção da regra e da lei que os fatos, que de outra forma são apenas acidentes, se tornam claros.

Pretendo assim descrever neste capítulo a gênese dos princípios de conservação da natureza, como o da energia e do *momentum* linear, conjeturando que tiveram a sua origem nos mitos de criação do Universo, estando também presentes nas ideias dos filósofos pré-socráticos. Com o racionalismo do séc. XVII, a partir de Descartes e Leibniz, estes evoluem para expressarem-se na forma de leis matemáticas. Segundo Heidegger[3], um novo ideal renascentista de matematização da natureza, decorrente de uma nova disposição do homem frente a ela, possibilita a experimentação, e não ao contrário, como normalmente se supõe nos meios científicos mais conservadores. Discutirei então que tanto a conservação da grandeza mv, preconizada por Descartes, quanto da grandeza mv^2, preconizada por Leibniz, antes tidas como excludentes, galgaram a condição de leis universais coexistentes e complementares.

As leis de conservação na natureza encontradas nos pré-socráticos e na Física aristotélica

As primeiras concepções sobre a origem do universo foram os mitos cosmogônicos, como o Gênesis bíblico e o *Enuma Elis* babilônico, que já descreviam o início do universo como obra de um ou vários deuses que ordenaram o caos inicial, através de uma separação das coisas que, logo em seguida passavam a existir, ganhando um nome. A matéria-prima era assim o caos que se transformava pela ação divina numa série de coisas nomeadas. A partir do séc. V a.C., na Grécia, a mitologia foi sendo substituída por uma visão filosófica na qual o universo era construído a partir de um elemento primordial, o *arché*, que poderia ser a água, segundo Thales, o ar, segundo Anaxímenes, ou o *apeyron* (indefinido em grego), segundo Anaximandro. Empédocles propunha a teoria dos quatro elementos primordiais: terra, ar, fogo e água, que se transformavam, sob a ação de duas forças, Amor e Ódio, gerando tudo o que existe. Os atomistas sustentavam, conciliando a imutabilidade do ser de Parmênides com o eterno vir-a-ser de Heráclito, que a diversidade e a mutabilidade das coisas existentes no Universo poderiam ser explicadas através da combinação de elementos imutáveis e indivisíveis,

os chamados átomos, e que além disso "nada surge do nada", mas tudo surge de uma (re)combinação atômica.

Neste ponto, é importante que o mestre faça seus aprendizes notarem que todas essas antigas concepções já continham em si o embrião da ideia de conservação de algo primordial que é indestrutível. Para os gregos, somente a imutabilidade poderia representar o atributo da perfeição divina e, vice-versa, o que é perfeito, não poderá jamais mudar sob o risco de perder a sua condição. Os princípios de conservação, além de meros princípios matemáticos de transformação da matéria, eram assim considerados a representação da perfeição com que foi criado o universo.

Na Idade Media, dominada pela escolástica, o universo e sua evolução obedeciam ao desígnio divino e cumpriam uma finalidade. A pergunta básica não era "*por quê*?" Mas, sim, "*para quê?"* as coisas acontecem. Um monge medieval diria que uma pedra cai para ocupar o seu lugar natural abaixo dos outros três elementos: fogo, ar e água, para assim restabelecer a ordem cósmica na qual a Terra repousa estática no centro do universo.

A busca da verdadeira grandeza matemática. A quantidade de movimento de Descartes

No século XVII, com os avanços da Ciência, ocorridos a partir de Copérnico, Kepler e Galileo, o homem passa a perceber o universo como produto de uma evolução. Esta ocorre, não mais pela ação direta de um Criador, que molda uma a uma, *ex-nihilo*, as suas criaturas, mas pela existência de leis universais da natureza que podem ser expressas matematicamente. Estas, sim, criadas por Deus, sendo a representação de Sua inteligência superior: trata-se de um deísmo matemático substituindo o teísmo bíblico. A questão passa então a ser colocada de uma outra forma: se Deus criou a matéria dando-lhe um sopro inicial, colocando-a em movimento, quais seriam as leis básicas que regeriam a evolução do universo? Quais seriam as grandezas que melhor representariam a matéria e seu movimento? Que expressões matemáticas melhor representariam os grandes princípios de conservação do universo? A contemplação escolástica medieval da obra divina passa a ser substituída pela pergunta: *por quê?* Enquanto que o *para quê* é a pergunta da causa final ou finalidade, o *porquê* é a pergunta da causa eficiente ou causalidade.

Descartes acreditava num deísmo no qual Deus criava a matéria e seu movimento, sem nenhuma interferência posterior. Nada representa melhor esta concepção do que a célebre paráfrase atribuída ao filósofo francês: "*Concedam-me a matéria e seu movimento e eu construirei o Universo*".

O universo todo estava assim predeterminado pelas condições iniciais com que havia sido criada a obra divina. Não havia nenhuma transcendência da matéria, além de sua extensão e seu movimento. A partir dessa premissa básica, Descartes construiu a sua complexa teoria dos vórtices, pela qual, através de uma longa rede de causas e efeitos, tenta explicar desde a origem e a evolução do universo até a formação da crosta terrestre. O filósofo francês acreditava também na existência de leis fundamentais da natureza, criadas juntamente com a matéria, e que assim foram formuladas em seu livro, Princípios de Filosofia:

> Cada coisa permanece no mesmo estado o tempo que puder e não muda este estado senão pela ação das outras e cada parte da matéria jamais continua a mover-se segundo linhas curvas, mas sim segundo linhas retas[4].
>
> Se um corpo que se move encontra outro mais forte que ele, não perde nada de seu movimento e se encontra outro mais fraco, a quem possa mover, perde de seu movimento aquilo que transmite ao outro[5].

A primeira lei é a do princípio de inércia que Newton formularia com mais precisão nos *Principia*, enquanto a segunda é uma lei geral dos choques na qual Descartes postula que: "*Deus é a primeira causa do movimento, e que Ele conserva uma mesma quantidade de movimento no universo*". O sábio francês queria dizer, em linguagem moderna, que se um corpo pequeno colide com outro grande ("corpo mais forte") ele inverte a sua velocidade, algo como uma bolinha de pingue-pongue colidindo com uma parede. E se o corpo colidir com um menor ("outro mais fraco") transmitirá parte de sua quantidade de movimento a este segundo corpo, tal como uma raquete impulsionando a mesma bolinha de pingue-pongue.

Estava assim estabelecida a lei geral de conservação do movimento que, para Descartes, tinha a sua verdadeira medida como o produto da massa pelo módulo da velocidade do corpo, sendo assim a grandeza representativa da imutabilidade e perfeição na obra do Criador. O filósofo francês não tinha, a exemplo de Galileo, um conceito claro de massa a qual confundia com o volume[6], o peso e a força do corpo, além de que seu conceito de velocidade não era vetorial e sim escalar, valendo para a conservação apenas o seu módulo.

O pensamento de Leibniz: *vis viva* e as mônadas

Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716), matemático, filósofo, político e historiador alemão nascido em Leipzig, pode ser considerado, juntamente com Newton, Descartes, Galileo e Spinoza, um dos maiores espíritos do séc. XVII. Sua contribuição foi imensa em cada uma das atividades em que atuou. Em matemática, sua grande façanha foi a de ter desenvolvido o cálculo integral-diferencial, independentemente de Newton, o que lhe valeu injustas acusações de plágio por parte dos seguidores do sábio inglês. Além de publicar seu trabalho antes, ele o fez, ao contrário de Newton, com a notação de diferenciais tal qual conhecemos atualmente. Filosoficamente, Leibniz criou um sistema de pensamento próprio, de certa forma contrário ao de Descartes, acreditando que, para a concepção do universo, não bastavam apenas a extensão e o movimento da matéria, mas era necessário também introduzir algumas ideias metafísicas, como o esforço, a vontade e a alma. Uma outra noção fundamental, não só do sistema filosófico de Leibniz, como de outros sistemas filosóficos racionalistas contemporâneos, foi a de *causa imanente*, que se expressa, segundo J. F.Mora[7] *causa aequat effectum,* isto é, uma identidade completa entre a causa e seu efeito que neste se manifesta, exprime e esgota. Leibniz embora concordando com Descartes sobre a necessidade de exatidão nos princípios e no método, considerava indispensável devolver à Ciência certas noções que os cartesianos haviam excluído. Contra o dualismo cartesiano que opõe a matéria (*res extensa*) ao pensamento (*res cogitans*) situando-os em domínios distintos, Leibniz propõe a teoria das mônadas, espécie de átomo da espiritualidade e da força da matéria, não vendo assim nenhuma contradição entre esta e o espírito. Passa, assim, a buscar a verdadeira representação matemática da força (*vis*) das mônadas. Para Spinoza, como já vimos antes, também não havia dualidade porque tanto o pensamento como a extensão da matéria eram atributos da substância divina e esta era imanente à natureza e suas leis. Leibniz e Spinoza, ao contrário de Descartes, eram pensadores monistas.

Leibniz tentava também descobrir uma forma melhor de achar a verdadeira medida do movimento da matéria a qual atribuía, como Descartes, a uma força que lhe é imanente. Lembrando-se das experiências de Galileo Galilei, descritas em seu livro, "*Duas Novas Ciências*"[8], no qual o sábio italiano concluiu que a velocidade final de corpos em queda livre não dependia do

peso, mas apenas da altura da qual caíssem, compreendeu Leibniz que um objeto pesado causaria mais impacto ao atingir o solo do que outro leve, supondo ambos caindo de uma mesma altura, e adquirindo portanto a mesma velocidade final. O filósofo alemão acreditava que para medir a *força*: bastava encontrar uma maneira de medir o impacto *causado* pelo corpo. Esse, por sua vez, de acordo com o princípio de identidade entre causa e efeito, confundir-se-ia com a própria força, pois que esta seria imanente ao impacto. É, pois, importante notar que, para a filosofia leibniziana, a força e o impacto que faz, por sua vez, o corpo erguer-se novamente, eram um par constituído pela causa imanente e o correspondente efeito que a exprime. Assim, a força descendente, o impacto e a nova força ascendente formariam uma tríplice cadeia de causas imanentes e efeitos.

Em 1686, Leibniz em sua obra "*Discurso de Metafísica*" estuda mais profundamente a física dos choques, reformulando os conceitos cartesianos, aos quais passa abertamente a criticar:

> Freqüentemente nossos novos filósofos se servem da famosa regra em que Deus conserva sempre a mesma quantidade de movimento do universo. De fato isto é muito plausível e antes eu próprio a tinha como indubitável. Porém há algum tempo reconheci em que consiste o seu erro. O Senhor Descartes e muitos hábeis matemáticos têm acreditado que a quantidade de movimento isto é a velocidade multiplicada pela magnitude (massa) do móvel é exatamente a força motriz ou, para falar matematicamente, que as forças estão na razão direta das velocidades e das magnitudes (...)[9].

A seguir, Leibniz nos demonstra que a massa[10] vezes a velocidade não deve ser a verdadeira medida de uma "força" e sim a massa pelo **quadrado** da velocidade.

Seu argumento básico é que um corpo A de massa quatro vezes menor que a de um corpo B, porém caindo de altura quatro vezes maior, ao colidir com o solo deve ter uma força igual. Galileo e Torricelli já haviam descoberto que as velocidades finais de um corpo em queda livre eram proporcionais à raiz quadrada da altura e assim o corpo A, quando tocasse o solo, teria uma velocidade apenas duas vezes maior que a do corpo B, o mesmo acontecendo com sua quantidade de movimento. No entanto, a razão entre as velocidades deveria ser de quatro para um e assim Leibniz prova que a grandeza que mede o movimento e, portanto, a verdadeira medida da força é a massa vezes o *quadrado* da velocidade, isto é, $\mathbf{mv^2}$, e não **mv** (ver fig. III.1), como

acreditavam os seguidores de Descartes (os novos filósofos a quem Leibniz se refere com certa dose de ironia). Na argumentação acima, é muito importante ter-se novamente o entendimento claro de que a força (*vis*), como causa primeira, o impacto como efeito e causa imanente de seu novo efeito, expresso na elevação do corpo, devem converter-se inteiramente um no outro, para que este assim retorne à sua altura original. Em seu *Essay on Dynamics* (Ensaio sobre Dinâmica), Leibniz[11] escreve como seu primeiro axioma: (no ciclo completo que começa com a queda, e termina com o corpo elevando-se à altura original), "*A mesma quantidade de força é conservada, ou melhor, o efeito todo é igual à causa total*". Sendo esse axioma uma exigência básica do princípio metafísico de identidade entre causa imanente e efeito[12].

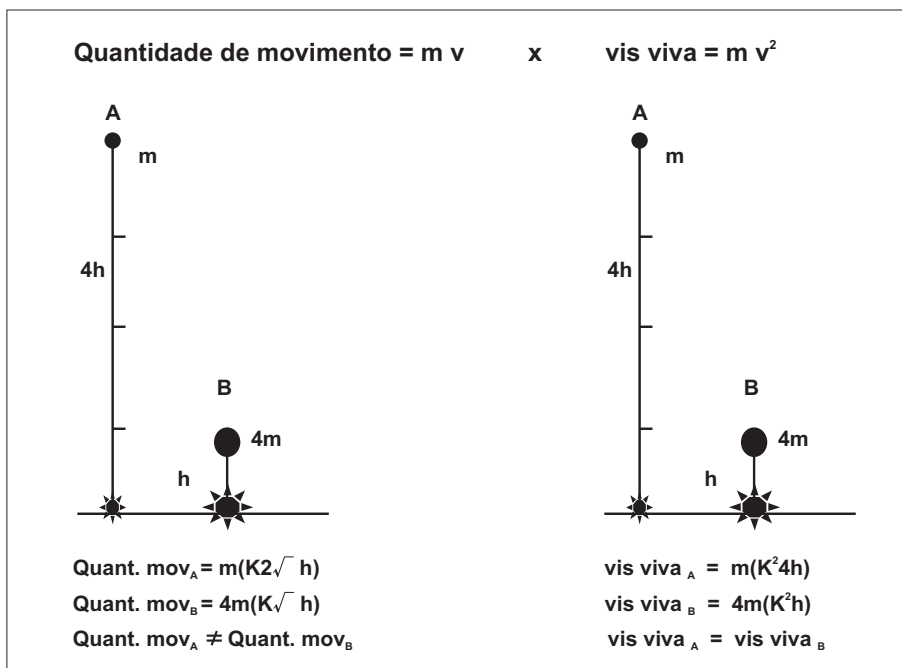



Figura III – 1: O argumento de Leibniz a favor da *vis viva*

A grandeza mv^2, nomeada de *vis viva* e a quantidade de movimento de Descartes ***mv***, passaram então a disputar entre si o status de "*verdadeira medida do movimento e da força de um corpo*". A questão foi, em sua época, motivo para grande discussão entre os cartesianos e os leibnizianos e tomou conta de todo círculo científico da época.

A força imanente em Leibniz e a força transitória em Newton

É importante esclarecer que antes do advento dos *Principia* de Newton, o conceito de força (*vis*) dos séculos XVI e XVII estava ainda impregnado de um aristotelismo escolástico do qual nem os grandes Descartes e Leibniz conseguiram se desvencilhar. Na escolástica, um corpo em movimento possuía uma *vis* imanente que era necessário se esgotar para que o corpo pudesse parar em seu lugar natural. A força era então a medida do próprio movimento e algo que lhe era inerente. O próprio Newton levou cerca de vinte anos, para formular a 1ª lei de movimento, lutando contra a sua consciência até então impregnada de conceitos como forças inatas e *vis inertiae* e coisas que o valham[13]. Somente com a formulação completa de suas três leis do movimento é que a força começou a ser percebida como algo *extrínseco* ao corpo, algo que lhe é comunicado por outros corpos que estão em sua vizinhança, e que muda o seu estado. O conceito newtoniano de força é, pois, filosoficamente bem distinto da *vis viva* de Leibniz. Pois em Newton a força, ao contrário da *vis* do filósofo alemão, é *causa transitória* da mudança do movimento de um corpo, uma vez que nele não se origina nem se esgota pois que provém de sua vizinhança (outros corpos) que às vezes, como na força gravitacional, podem estar distantes. Segundo T. Kuhn[14], a ação à distância, por não poder ser jamais uma causa imanente, foi inclusive objeto de sérias críticas e controvérsias que se prolongaram aos séculos XVIII e XIX, só sendo convenientemente esclarecida depois da invenção do conceito de campo, por Faraday e Maxwell. Em linguagem moderna, poder-se-ia dizer que só a partir das leis de Newton é que os conceitos de volume, peso, força e massa foram claramente separados e definidos. Explica-se assim historicamente o porquê da disputa na qual praticamente todos os grandes sábios do século XVII se envolveram para decidir qual era a verdadeira medida do movimento.

Em geral, os sábios italianos e alemães defendiam as ideias de Leibniz, enquanto os franceses eram quase todos cartesianos. A polêmica tornou-se áspera, e até o filósofo Voltaire dela tomou parte, do lado dos cartesianos, com seu costumeiro estilo astucioso e irônico. Depois de uma viagem à Inglaterra, ele aderiu definitivamente às ideias newtonianas, defendendo-as com o mesmo vigor que sempre caracterizou este grande pensador e polemista francês[15].

Huygens e a evolução do conceito de energia

O grande matemático e físico holandês, Christian Huygens (1629–1695), tido por Ernst Mach "como um autêntico sucessor de Galileo", deu inúmeras contribuições à ciência do séc. XVII, como o princípio de propagação ondulatória da luz, que leva o seu nome; a expressão matemática do pêndulo composto, a expressão da força centrípeta, além de ter sido o primeiro construtor do relógio de pêndulo, revolucionando com esta invenção a história da medição do tempo.

Em 1669, o jovem Leibniz ainda era um cartesiano, e, portanto, estava longe de defender a *vis viva* como uma grandeza fundamental de sua metafísica. No entanto, Huygens, após cuidadosas observações sobre o que acontecia, quando dois objetos em movimento colidiam, já afirmava que numa colisão "entre corpos duros", como por exemplo, entre duas bolas de bilhar, a soma das *vis viva* de cada uma das bolas é a mesma, antes e depois da colisão. Um corpo poderia ter a velocidade diminuída pela colisão, enquanto que a do outro aumentaria. Consequentemente, a soma das duas *vis viva* seria sempre a mesma. Nas próprias palavras de Huygens:

> A soma dos produtos da massa de cada corpo duro pelo quadrado da sua velocidade é sempre a mesma antes e depois do encontro[16].

Huygens teve assim decisiva influência no desenvolvimento das ideias de Leibniz e, segundo P. Costabel:

> Leibniz, tendo não só aprendido há muito, com Huygens que a quantidade de movimento no sentido cartesiano (onde a velocidade é tomada apenas em seu módulo) não é conservada no fenômeno do impacto (...) aprendeu o papel que a elasticidade exerce na explicação das leis de impacto e finalmente entendeu também a conservação da grandeza mv[17].

Num universo concebido como a evolução da matéria e de seu movimento, a *vis viva* passava a ser assim, graças a Huygens e Leibniz, uma séria candidata para a melhor representação matemática da matéria em movimento.

Como sabemos hoje, a *vis viva*, isto é, a massa pelo quadrado da velocidade de um corpo é o dobro de uma grandeza que no século XIX foi chamada por Lord Kelvin (1824-1907) de *energia cinética.* O termo energia vem do grego *energeia,* que significa "em movimento" ou "em funcionamento", e surge para

substituir a inadequada terminologia de *vis* ou força de Leibniz, ainda comprometida com o aristotelismo. As descobertas de Leibniz e Huygens foram assim embrionárias para a construção de um dos mais importantes princípios da Física: o da conservação de energia que só foi formulado em meados do séc. XIX num enunciado em que a energia do universo não pode ser criada nem destruída. O conceito de energia generalizou-se, então, a partir da *vis viva,* para abarcar todas as outras formas de energia, como por exemplo, a *vis viva latente* ou *vis mortua*, como é hoje conhecida a energia potencial. A noção de energia potencial já foi intuída por Leibniz, ao perceber que uma força que realiza um trabalho (força vezes a distância percorrida pelo ponto de aplicação da própria força), suspendendo um corpo ou contraindo uma mola, comunica ao corpo uma energia de repouso que depois poderá ser reconvertida em energia cinética. Em um processo onde não ocorram perdas de energia, através de forças de atrito consideráveis, a soma da energia cinética e potencial deve permanecer praticamente a mesma ao longo de todo o processo.

Em 1798, o engenheiro militar norte-americano Benjamim Thomson (1753-1814), também conhecido por Conde Rumford, descobriu, ao perfurar canos de canhão (para fazer as suas bocas), que o calor produzido pelas brocas era inextinguível, fervendo toda a água que era utilizada para o resfriamento. O calor que antes era considerado uma substância que passava dos corpos quentes aos frios, chamada de calórico, pelos físicos do séc. XVIII, deveria ser, portanto, considerado como uma forma de energia desorganizada que provinha da energia de movimento das brocas friccionadas pelo canhão. A partir de então, o calor passou a ser incorporado também às equações que regem o princípio de conservação da energia. Existiriam assim duas formas de se transferir energia de um sistema a outro: o trabalho das forças se encarregaria de transferir energia mecânica, enquanto o calor se transferiria por diferenças de temperatura entre os dois sistemas. No séc. XIX, a antiga *vis viva* de Leibniz foi assim unificada ao calor, através do conceito comum de energia, constituindo-se em uma das mais importantes leis da termodinâmica.

Quem afinal tinha razão: Descartes ou Leibniz?

Esses fatos significariam assim a vitória consagradora da *vis viva* de Leibniz sobre a quantidade de movimento de Descartes? A quantidade de movimento

do Universo, da mesma forma que a energia, também é imutável e, portanto, pode ser considerada uma grandeza fundamental da Física.

Ocorre-nos então perguntar:

Por que a natureza sempre tão econômica e parcimoniosa "escolheu" então dois princípios de conservação para representar o movimento de translação da matéria que constitui o Universo?[18]

Por que são necessárias duas grandezas matematicamente distintas para representar a perfeição do cosmos e de suas transformações?

Essas perguntas precisaram esperar quase três séculos para uma resposta convincente. Mais precisamente, do séc. XVII ao séc. XX, pois só puderam ser respondidas convenientemente, depois do advento da Física newtoniana ocorrida no final do séc. XVII e no início do séc. XX, com a formulação quadridimensional da Teoria da Relatividade restrita.

A força newtoniana de acordo com a segunda lei do movimento produz aceleração, isto é, mudança de movimento do corpo. Mostra-se, nos cursos de Física básica, que *a ação da força ao longo do espaço* percorrido é igual à variação de energia cinética do corpo, enquanto que a *ação da força ao longo do tempo* é igual à variação de sua quantidade de movimento. Matematicamente pode-se escrever que $\mathbf{F.d = \Delta(1/2)\ mv^2}$, enquanto que $\mathbf{F.t = \Delta(mv)}$. A energia é assim a ação de uma força no espaço (grandeza também chamada de trabalho), enquanto a quantidade de movimento é a ação da força ao longo do tempo (grandeza chamada de impulso de uma força). No séc. XX, o espaço e o tempo foram unificados e receberam um tratamento matemático indiferenciado pela relatividade restrita de Einstein, transformando-se no espaço-tempo quadridimensional que não pode ser desmembrado. Da mesma forma, a quantidade de movimento e a energia, como aspectos distintos de uma mesma essência, isto é ação da força no tempo e no espaço, são irmãs siamesas que não podem ser separadas. A energia é assim a quarta componente do movimento enquanto a quantidade de movimento (um vetor) são as três componentes espaciais. Formam juntas um quadrivetor, assim como o espaço-tempo.

A *vis viva* $\boldsymbol{mv^2}$ de Leibniz e a quantidade de movimento $\boldsymbol{mv}$ de Descartes, consideradas, no século XVII, como grandezas "rivais", são hoje tratadas em pé de igualdade e consideradas ambas como representações do movimento e da transformação da matéria. Além disso, a famosa equação de Einstein de transformação massa-energia, que se expressa como $\mathbf{E=mc^2}$, nos diz que uma pequena quantidade de massa pode se transformar em uma imensa quantidade

de energia e, vice-versa, uma grande energia pode se condensar para criar uma pequena massa. Assim, a própria energia pode ser considerada como um estado mais volátil da matéria. Massa, energia e quantidade de movimento passam assim a ser representações distintas de uma mesma realidade material. Vejamos o que o próprio Einstein tem a nos dizer:

> A física pré-relativista contém duas leis de conservação cuja importância é fundamental - a lei da conservação da energia e a lei de conservação da massa, em aparência completamente independente entre si. Através da teoria da relatividade elas se fundem em um único princípio[19].

Depois da Teoria da Relatividade, o Criador nem precisa mais soprar o Universo para colocá-lo em movimento, como acreditava Descartes, pois a matéria já possui em si o potencial de seu próprio movimento. Basta uma pequena fração do universo desaparecer para dotá-lo de todo o movimento necessário para a sua evolução!

O princípio da conservação da quantidade de movimento, estabelecido por Descartes, e o princípio da conservação das forças vivas (energia), estabelecido por Leibniz e Huygens, e que hoje são tidos como interdependentes e igualmente verdadeiros, são leis universais e eternas. São também as expressões matemáticas mais adequadas para representar a evolução causal do Universo, marcando dois fatos de fundamental importância na História da Ciência e na história dos princípios fundamentais da Física e da Filosofia.

CAPÍTULO IV

CAUSALIDADE: HÁBITO, CATEGORIA OU PRINCÍPIO?

Como vimos, a partir do cap. II, a causalidade é um princípio essencial da metafísica spinoziana, e, neste capítulo, como veremos, também da Física newtoniana. No cap. VI refletirei, em particular, o quanto a ideia de um princípio ontológico de causalidade será essencial para a construção interna da Teoria da Relatividade (TR), prevalecendo em grande parte das ideias de Einstein, como se depreende de suas importantes palavras quando, certa vez, investiu contra os discursos de salvação das autoridades religiosas e do Estado:

> [tive] a impressão de que a juventude é decididamente enganada pelo Estado, com mentiras; foi uma descoberta esmagadora. Essa experiência fez com que passasse a desconfiar de todo o tipo de autoridade [...] uma atitude que jamais abandonei, embora mais tarde tenha sido amenizada por uma visão mais perfeita das conexões causais[1].

A atitude de Einstein, em relação às autoridades, teria sido amenizada, pois estariam também estas submetidas a conexões causais mais amplas? Neste caso, seriam as conexões causais, a que se refere o autor da TR, um mero hábito de observação de fenômenos que nos "surgem aos pares", sem, contudo, nada haver no mundo que os produza dessa forma, como nos ensinam os empiristas? Seria a causalidade uma categoria a *priori* do espírito humano,

que organiza os dados brutos da sensibilidade, como nos ensina Kant? Ou seria um princípio ontológico de causalidade de modos finitos por outros modos finitos mediados por leis efetivamente imanentes à natureza, como é mais condizente com a metafísica spinoziana? Este capítulo tem como principal objetivo refletir sobre estas questões no âmbito da Física, extraindo-se no final algumas ilações de cunho pedagógico. É importante, pois, avançar-se no texto, auscultando com cuidado o que nos pode revelar a história do pensamento, sendo então descritas algumas ideias de causalidade, caracterizando a sua evolução histórica. Em seguida, a transformação desse conceito será explicitada com a mecânica newtoniana na qual a força é causa transitiva e não mais imanente como julgavam, ainda sob influência escolástica, Leibniz e Descartes, e, o seu efeito, não mais o movimento em si, mas sim a sua mudança. Com alguns exemplos simples, relatarei a célebre polêmica entre racionalistas e empiristas acerca da prioridade ou posteridade do conceito de causalidade, e finalmente será posta sob questionamento a possibilidade de as leis da mecânica newtoniana, que estabelecem um vínculo causal entre força e aceleração, poderem ser *imediatamente* estabelecidas pelos sentidos. Reforçar-se-á a ideia kantiana de que a causalidade é uma categoria a *priori* do entendimento ou, segundo Spinoza, um princípio ontológico da natureza, que constitui a essência da inteligibilidade da natureza. Perceber-se-á que no âmbito da Física clássica não se poderá decidir entre essas duas opções, devendo então a questão ser estendida à TR e à Teoria Quântica (TQ), nas quais a ideia de causalidade, como princípio ontológico da natureza, é na primeira reforçada, e, na segunda, enfraquecida. No final, essas reflexões nos servirão para uma cuidadosa revisão dos conceitos pedagógicos excessivamente calcados num empirismo exacerbado que ora impõe aos aprendizes exaustivos programas de experimentação, ora os converte num feixe de reflexos condicionados, em detrimento das livres manifestações do espírito humano que nem sempre deve submeter-se à repetição e ao condicionamento.

A causalidade nos pré-socráticos e na Física aristotélica

Segundo J. F. Mora[2], o termo *causa* etimologicamente provém das questões jurídicas. Mover uma causa contra alguém é imputar-lhe uma acusação ou responsabilidade, quer dizer, atribuir a alguém ou algo, a produção de um efeito ou consequência, em geral danosa. Em grego causa se escreve ait

ia (aitia) e, acusado, réu ou responsável, *aitios* (aitiós). Esse princípio jurídico generalizou-se posteriormente para outras áreas do saber para designar a produção, razão, motivo ou gênese de um fato ou objeto. Em português, a uma pergunta do tipo "*por que você não veio?*", pode-se responder: "*por causa da chuva*". Em inglês *porque* quando empregado na resposta é *because*, cuja tradução literal é "*ser causa*".

Nos filósofos pré-socráticos já se pode divisar o embrião do conceito de causalidade. Empédocles (séc. V a.C.) atribuía a produção de todas as coisas existentes a duas forças antagônicas, amor e ódio, e a quatro elementos: terra, ar, fogo e água, que se movimentavam sob a ação dessas duas forças. Para Pitágoras (séc. V a.C), todas as coisas do mundo deveriam produzir-se de acordo com um modelo matemático baseado em números inteiros e figuras geométricas perfeitas. Para os atomistas, tudo que existe provém de algo preexistente, pois que "nada surge do nada" e as transformações do universo se dão pela combinação e recombinação de átomos.

Segundo Aristóteles (384, 322 a.C.), existem quatro formas de causalidade: a *causa material, a eficiente, a formal e a final.* A causa material é a matéria com a qual o objeto mutante é constituído, sendo, pois, condição necessária para que um objeto seja causa ou efeito, é que seja material. A *causa eficiente* é o motivo de mudança ou de transformação de um objeto e a que normalmente chamamos de causa *strictu sensu.* A *causa formal*, a mais sutil delas, é um conjunto de qualidades que formam o objeto de maneira una, completa e indivisível. Sem uma dessas qualidades, o objeto perde a sua essência. Um prato circular de porcelana, só o continuará sendo enquanto todas as suas partes constitutivas permanecerem solidariamente coesas formando o prato e a sua circularidade. Se o estilhaçarmos, a soma de seus fragmentos não constituirá mais o prato, e, se o colarmos, basta que desapareça um mínimo fragmento, para que o prato perca assim a sua forma e com ela a sua existência.

Ao contrário do que ocorre com a causa eficiente, em que as partes interagem entre si determinando causalmente o todo, a causa formal faz com que seja o todo que determine as partes e seja assim mais do que a simples adição destas.

A *causa final* é de natureza teleológica, isto é, o que vem finalmente determina o início do processo causal. Há assim uma inversão entre causa e efeito, este determina aquela. A causa final é, portanto, um desígnio ou destino aprioristicamente determinado, pela sua finalidade, por um ser ou

uma causa transcendente. A pergunta básica da causa final será "*Para que isto acontece?*" ao invés de "*Por que isto acontece?*"

À guisa de exemplo, em uma escultura de mármore, este último é a sua causa material, o escultor e suas ferramentas são as suas causas eficientes, primária e secundária, a maquete e sua forma serão a causa formal e a finalidade artística ou decorativa da escultura serão a causa final. Enquanto as cosmologias de Empédocles e dos atomistas são regidas pelas causas eficientes e materiais, para Pitágoras os números inteiros e figuras geométricas são as causas formais, enquanto que na Física aristotélica as causas finais têm posição muito relevante. Segundo Aristóteles, havia dois tipos distintos de movimento, os naturais, produzidos por causas finais, que visam levar o corpo ao seu lugar natural no universo e os violentos, produzidos por causas eficientes externas que se opõem aos movimentos naturais, retirando o corpo de seu lugar natural. Somente depois de cessada a ação ou causa eficiente violenta, começa a agir a causa final ou natural. A questão para Aristóteles, não era, portanto, saber **por que** um corpo se move, mas, sim, **para quê,** e a teleologia respondia sempre "para ocupar o seu lugar natural no universo". As causas de todos os movimentos naturais são finais e não eficientes e visam (re)estabelecer a ordem cósmica universal. Essa cosmovisão ficaria praticamente inalterada até meados do séc. XV, quando Copérnico tirou a Terra e o homem do centro do universo, atribuindo-lhes um ponto móvel e periférico. No séc. XVI Giordano Bruno foi mais além, afirmando que um universo infinito não tem centro. No séc. XVII, depois de Copérnico, Bruno, Kepler e Galileo, não haveria mais sentido responder que um corpo cai *para* ocupar o inexistente centro do universo e a pergunta teve assim que ser mudada: *por que* um corpo cai?

A causalidade e o Racionalismo

A partir do Renascimento, com a obra de Copérnico (1473, 1543), Kepler (1571, 1630) e Galileo (1564, 1642), o homem deixa de perceber o universo como produto da teleologia escolástica finalista, com vistas a conduzir o universo a um estado final de perfeição. Na nova visão de mundo pós-renascentista, o universo é entendido como cenário de leis universais da natureza, expressas matematicamente e que são as representações de um universo regido por processos causais de produção das coisas materiais que

devem a sua existência a outras preexistentes. Estas, por sua vez, são determinadas a existir por outras, e assim indefinidamente. No entanto, Galileo e posteriormente Newton (1642, 1727) não se preocuparam em seguir essa cadeia causal infinita. Enquanto o físico italiano propôs-se a descrever os corpos cadentes através de uma lei matemática, Newton atribui-lhes uma causa eficiente — a atração universal — omitindo-se, porém, de atribuir a esta última uma outra causa mais fundamental, como se depreende desse seu famoso texto, conhecido por "*Hypotheses non fingo* "[3].

> É certo que ela (a gravidade) deve provir de uma causa que penetra nos centros exatos do Sol e dos planetas (...) e ao afastar-se do Sol diminui com exatidão na proporção do quadrado inverso das distâncias (...) Mas até aqui não fui capaz de descobrir a causa destas propriedades da gravidade a partir dos fenômenos, e não construo nenhuma hipótese; pois tudo que não é deduzido dos fenômenos deve ser chamado uma hipótese; e **as hipóteses quer físicas quer metafísicas, quer de qualidades ocultas ou mecânicas não têm lugar na filosofia experimental (...) É para nós suficiente que a gravidade realmente exista, aja de acordo com as leis que explicamos e sirva abundantemente para considerar todos os movimentos dos corpos celestiais e de nosso mar**[4].

Para Newton, portanto, a cadeia causal era curta: um *por quê* pertence à Física (filosofia experimental), mas dois *por quês* sucessivos já fazem a pergunta recair no reino ontológico que "*não têm lugar na filosofia experimental*".

Com o racionalismo do séc. XVII, e principalmente depois da consolidação da mecânica newtoniana, como teoria aceita da realidade física, as causas formal e final foram relegadas a um segundo plano e a causalidade ficou praticamente restrita apenas às causas material e eficiente. A evolução de um objeto no espaço-tempo poderia ser prevista a partir da sua matéria constituinte e das ações que este objeto sofre dos demais objetos. Algumas décadas antes dos *Principia* de Newton, Spinoza enunciava na sua "pequena física" da Ética II:

> Lema III: Um corpo, quer em movimento, quer em repouso, deve ser determinado ou ao movimento ou ao repouso por um outro corpo, o qual, por sua vez, foi também determinado ao movimento ou ao repouso por um outro (...) assim até o infinito.
>
> Corolário: Daí se segue que um corpo em movimento se moverá até que seja determinado ao repouso por outro e que um corpo em repouso assim permanecerá até que outro corpo o determine a mover-se[5].

E antes mesmo de Spinoza, Descartes (1596, 1650) enunciava nos Princípios de Filosofia: "*Cada coisa permanece no mesmo estado o tempo que puder e não muda este estado senão pela ação das outras*" (...)[6]. Estava assim abolida a causa final e instituída a causa eficiente como motivo e razão para o repouso ou o movimento de todos os corpos, inclusive planetas, cometas ou corpos em queda livre.

Durante os sécs. XVII e XVIII, as noções de causalidade foram abundantemente discutidas. A tendência mais generalizada entre os racionalistas foi a equivalência completa entre causa e razão, segundo o lema "*causa sive ratio*" (causa, ou seja, razão). Por esse princípio, a relação objetiva entre causa e efeito é idêntica à existente entre princípio e consequência. Spinoza, como já vimos no cap. II, deu a esse ponto de vista uma versão extremamente concisa, expressando-se da seguinte forma: "*A ordem e a conexão das idéias é o mesmo que a ordem e a conexão das coisas*"[7].

Isto significa que se A é causa de B então a ideia de A implicaria necessariamente na ideia de B. Tudo que se passa no domínio do mundo material tem uma representação lógica, análoga no domínio do mundo das ideias. À guisa de clareza, repito o esquema da isonomia causa-razão de Spinoza, apresentado no Cap. II:

$$\mathbf{C \rightarrow E}$$
$$\mathbf{I_C \rightarrow I_E}$$

O princípio acima estabelece assim um princípio de causalidade de coisas materiais ($\mathbf{C \rightarrow E}$) que corresponde a uma cadeia isomórfica de ideias que se implicam necessariamente ($\mathbf{I_C \rightarrow I_E}$). Trata-se, portanto, de um princípio realista e ontológico de causalidade em oposição, como veremos adiante, ao conceito epistemológico de Kant.

Leibniz (1646, 1716), juntamente com Spinoza e Descartes, considerado o maior dos racionalistas, expressou o mesmo princípio de forma um pouco distinta. O novo racionalismo matemático galileano-cartesiano levou-o a formular um sistema filosófico baseado em quatro princípios de conhecimento. O primeiro deles é o *princípio da razão* que se subdivide no *princípio da razão necessária* e da *razão suficiente*. A razão necessária exige que qualquer explicação submeta-se à condição de não contradição, isto é, uma ideia não pode conviver jamais com a sua negação. Se concluirmos que $S \rightarrow P$ não poderemos ao longo de nossas demonstrações deduzir ou induzir que

S → não P. A razão suficiente exige que, além de uma ideia ser consistente consigo mesma e com todas as demais, a coisa pensada exista realmente, ou seja, que tenha uma causa que a faça existir. Portanto, se concluo que um fenômeno A é causa de outro B, não posso concluir que A seja causa também do desaparecimento de B. Princípio que pode também ser colocado na sua forma original: *posita causa positur effectus et sublata causa, tollitur effectus* (posta a causa posto o efeito e cessada a causa cessa o efeito). Isto é, nenhum efeito poderia ocorrer ou permanecer existente sem a correspondente causa que o precede como também toda causa produz necessariamente seu efeito.

A causa imanente e causa transitória

Segundo Descartes, Spinoza e Leibniz, a causa do movimento de um corpo situa-se em outro corpo. Porém para que este entre em movimento é necessário que a causa deva transferir-se e adentrar o corpo em questão. Reciprocamente, esse corpo pára em virtude de ter "cedido a sua força" a outro(s) corpo(s). Segundo J.F. Mora[8], no séc. XVII, é desenvolvido assim um conceito metafísico de causa imanente presente em praticamente todos os sistemas filosóficos racionalistas da época, que se expressa, como vimos no cap. III, *causa aequat effectum,* ou seja, uma identidade completa entre a causa e seu efeito que neste se manifesta, exprime e esgota. Leibniz enuncia: "*a causa transforma-se em seu efeito total*" A causa para que se exprima e esgote em seu efeito deve ser assim algo transferível de um corpo a outro, por contato. Por esse motivo, Descartes e Leibniz acreditavam ser a força (*vis*) algo que numa colisão deveria transferir-se integral ou parcialmente de um corpo a outro (deveria emanar de um corpo a outro). Pelo mesmo motivo, o primeiro defendia a quantidade de movimento mv ao passo que Leibniz defendia a "força viva" mv^2 como melhores representações das forças ou causas do movimento de um corpo. William Hamilton (1788, 1856), filósofo e matemático irlandês, (o criador do formalismo hamiltoniano da mecânica analítica) expressa a identidade metafísica entre causa e efeito da seguinte forma:

> Tudo que se nos apresenta sob um novo aspecto, já teve antes uma outra forma, de sorte que entre causa e efeito existe uma tautologia[9].

Segundo essa corrente de pensamento, a causa produz um objeto ou um efeito, interiormente. A mecânica do séc. XVII, até o advento dos *Principia*

de Newton, operava segundo o princípio escolástico *tudo que se move, assim o faz devido a outro*, do qual deriva a teoria do *impetus* do filósofo francês do séc. XIV, Jean Buridan. Segundo esta teoria, a causa que faz um corpo, inicialmente em repouso, mover-se é o *impetus* comunicado por outro corpo, e que uma vez sendo esgotado faz com que o corpo volte ao repouso.

Somente com a formulação completa das três leis de movimento de Newton a força, isto é, a causa do movimento, começou a ser percebida como algo *extrínseco* ao corpo que lhe é comunicada por outros corpos que estão em sua vizinhança e que faz mudar o seu estado não necessariamente por contato, transferência ou transformação. Por outro lado, como a Terra não era mais o centro imóvel do Universo, o repouso não poderia continuar sendo a referência. A mudança de estado de um corpo passou então a ser entendida não mais como passagem do repouso ao movimento e vice-versa, mas como mudança do próprio movimento que permanecendo constante é exatamente equivalente ao repouso. O conceito newtoniano de força — e de causa, portanto — é, pois filosoficamente bem distinto do *impetus* escolástico, da *vis viva* de Leibniz ou da quantidade de movimento de Descartes. Pois em Newton, força, ao contrário da *vis* do filósofo alemão, é *causa transitória* da mudança do movimento de um corpo, uma vez que nele não se origina nem se esgota e mantém-se separada e distinta de seu efeito, pois que provém de sua vizinhança (outros corpos) que, às vezes, como na força gravitacional, podem estar distantes. A causa imanente leibniziana, transferível de um corpo a outro por contato, foi assim substituída pela causa transitória, intransferível e agindo à distância como agente de mudança do movimento sendo esta a sua medida. O movimento e a causa de sua mudança foram assim separados por Newton e postos em corpos distintos.

Kant e a causalidade como categoria a priori do entendimento. Juízos sintéticos e analíticos na Física

Segundo Kant (1724, 1804), a causalidade é uma das subcategorias de entendimento que relaciona dois fatos exteriores, que ocorrem em sucessão temporal, como ligados por um processo de produção do segundo (efeito) pelo primeiro (causa), isto é, uma intuição fundamental e apriorística do entendimento para organizar os fenômenos segundo leis de necessidade no cenário espaço-temporal. Para Kant, a causalidade dá forma, unidade e conexão à própria experiência, e, portanto, a precede.

Os juízos que se podem fazer acerca de um sujeito são de duas naturezas: sintéticos e analíticos. Enquanto os primeiros são sentenças nas quais o predicado acrescenta algo de empírico ao sujeito, como "*no vácuo, todos os corpos caem com a mesma aceleração*" ou "*este círculo tem 4cm de raio*", nos juízos analíticos, o predicado apenas define o que é o sujeito ou lhe dá um atributo, como "*o círculo é lugar geométrico dos pontos do plano eqüidistantes de um ponto*". Assim, está se denominando de "círculo" algo que possui o atributo de ser o conjunto de pontos do plano que equidista de um ponto. Nos exemplos acima, os juízos sintéticos são *a posteriori* enquanto que o analítico é *a priori* da experiência. Kant define a causalidade como um outro tipo de juízo que não se enquadra em nenhum dos casos anteriores, ao qual denominou de *juízo sintético a priori*. Quando dizemos, por exemplo: "*um círculo é a figura gerada por um segmento de reta que gira em torno de uma de suas extremidades*", definimos agora o círculo, não por um de seus atributos geométricos, mas pela sua gênese causal. Damos-lhe assim um juízo sintético que relaciona necessariamente a existência de algo (o círculo) a alguma outra coisa distinta que a precede (o segmento em rotação), segundo uma regra invariante de produção (a rotação por uma de suas extremidades).

Da mesma forma, as equações da Física podem expressar ora juízos analíticos ora sintéticos. Quando escrevemos, por exemplo, que $\mathbf{a} = \mathbf{F}/\mathbf{m}$, estamos associando a aceleração de um objeto a uma configuração de forças que procede de sua vizinhança sendo-lhe externa e transitória, constituindo-se assim um juízo sintético. No entanto, quando escrevemos que $\mathbf{a} = \mathbf{dv}/\mathbf{dt}$, trata-se de uma definição de aceleração, ou o nome com que designamos a derivada temporal da velocidade, o que nenhuma informação acrescenta ao nosso entendimento.

Vejamos um marcante exemplo dado pelo próprio Kant, acerca da causalidade:

> Tomemos a seguinte proposição: **tudo o que acontece tem uma causa**. No conceito de algo que acontece, penso, na verdade, em uma existência, diante da qual há passado tempo e de onde posso deduzir juízos analíticos. Mas o conceito de causa está completamente fora daqueles, indicando algo fora do acontecimento (...). Como, então atribuir ao que acontece algo que lhe é completamente estranho? E como conhecer que o conceito de causa ainda que não compreendido no de acontecer, a ele se refere e até lhe pertence necessariamente? O que é essa incógnita X em que se apóia o entendimento quando crê descobrir fora do conceito A um predicado que lhe é alheio e, no entanto, unido a ele?

> Não pode ser a experiência, posto que a referida proposição reúne as duas idéias (o que acontece e algo que lhe antecede) não só de um modo geral como também com o caráter de necessidade, ou seja, a priori[10].

Schopenhauer que em muitos pontos discorda de Kant, a respeito da causalidade, no entanto, lhe faz coro defendendo a sua prioridade:

> A forma mais generalizada e mais essencial de nosso intelecto é o princípio da causalidade; é somente em virtude de tal princípio, sempre presente em nosso espírito, que o espetáculo do mundo real pode oferecer-se às nossas objetivas como um todo harmônico, dado que ele nos faz conceber imediatamente como efeitos as afecções e as modificações sobrevindas aos órgãos da nossa sensibilidade. Apenas experimentada a sensação **sem que haja necessidade de alguma educação ou experiência preliminares**, passamos imediatamente dessas modificações às suas causas, as quais (pelo próprio efeito dessa operação da inteligência) se nos apresentam como objetos situados no espaço. Disso resulta, incontestavelmente, que o princípio de causalidade nos é conhecido a priori, isto é, como um princípio necessário relativamente à possibilidade de qualquer experiência em geral. (...) O princípio de causalidade está solidamente estabelecido a priori, como a regra geral a que estão submetidos, sem exceção, todos os objetos reais do mundo exterior. O caráter absoluto desse princípio é uma conseqüência própria de sua prioridade[11].

Empirismo: causalidade como experiência repetida

Enquanto os principais filósofos europeus do continente tais como Leibniz, Spinoza, Descartes, Malebranche e Wolff, dentre outros, eram racionalistas unânimes em defender o princípio "*causa sive ratio*", bem como a prioridade da razão sobre a experiência, para os empiristas — em sua maioria, britânicos, como F. Bacon (1561, 1626), Hobbes (1588, 1679), Locke (1632, 1704), Hume (1711, 1776), Berkeley (1685, 1753) — a causalidade era tão-somente uma ideia desenvolvida a partir da experiência de percepção repetida, sincrônica e regular de dois fenômenos sucessivos. As ideias assim decorrem uma das outras como princípio e consequência, porém nada garante que no mundo real os fenômenos decorram uns dos outros. A conexão é sempre entre ideias associadas às sensações, e não das coisas em si existentes no mundo, ao qual não atribuíam qualquer independência ou inteligibilidade. Era o começo da famosa contenda entre a filosofia continental racionalista e a filosofia insular empirista que alguns historiadores bem-humorados denominaram de "guerra dos 100 anos".

O filósofo, político e historiador inglês John Locke, um contemporâneo de Newton, em 1689, no *Ensaio sobre o entendimento humano,* sugere que todo o conhecimento surge da experiência e das sensações monitoradas pela razão, e não diretamente desta, como havia proposto Descartes, e como defendia Leibniz. Discordando ainda do filósofo francês, não haveria segundo Locke ideias inatas e nem inspirações divinas. A base para o conhecimento se dá através da experiência e não da razão, sendo esta precedida por aquela. Tornaram-se célebres suas citações "*todas as crianças nascem como telas em branco*", e "*não há nada na mente, a não ser o que estava antes nos sentidos*": é a experiência advinda dos sentidos que escreve a lousa do espírito humano.

Locke chega até a negar a causalidade, isto é, uma cadeia de causas e efeitos sucessivos no tempo. Acredita ele que o que consideramos como causalidade é, na verdade, puro hábito sensorial:

> Algumas de nossas idéias têm correspondência e conexões naturais entre si; é função e primazia de nossa razão traçá-las e mantê-las juntas naquela união e correspondência que são fundadas nos seus seres particulares. Além disso, existe outra conexão de idéias totalmente devidas ao acaso ou ao hábito; idéias que por elas próprias não têm afinidade são de tal forma unidas nos espíritos de alguns homens que se torna difícil separá-las permanecendo elas juntas e tão logo uma, a qualquer tempo, é entendida, sua associada surge... Que existam estas associações de idéias promovidas pelo hábito na mente da maioria dos homens, creio que ninguém que tenha se examinado, poderá questionar (...) as quais atuam de modo tão forte e produzem efeitos tão regulares que parecem naturais; e são por isso assim chamadas, embora de início não tivessem nenhuma idéia original, mas tão-somente a conexão acidental de duas idéias[12].

O filosofo escocês David Hume leva mais adiante as ideias de Locke abolindo completamente a existência independente de um "mundo real", ou de relações de causa e efeito. Para Hume, tudo o que se pode conhecer surge das sensações e das percepções sensoriais, i. e. da experiência e das observações:

> Arrisco-me a afirmar, a título de uma proposta geral que não admite exceções, que o conhecimento dessa relação (causa e efeito) não é, em nenhum caso, alcançado por meio de raciocínios a priori, mas provém inteiramente da experiência [...] Imaginemos se (...) poderíamos ter inferido desde o início que uma bola de bilhar iria comunicar movimento por meio de impulsos, e que não precisaríamos ter aguardado o resultado (do choque) para nos pronunciarmos com certeza acerca dele. Tal é a influência do hábito. (...) Nós nunca experimentamos, de fato, um objeto, apenas impressões de sua cor,

> forma, consistência, gosto etc. da mesma forma, as coisas simplesmente acontecem uma depois da outra. Não podemos nem mesmo dizer que uma coisa determina que outra aconteça. Podemos observar uma coisa constantemente se seguindo à outra, mas não há conexão lógica entre as duas e nenhuma razão lógica pela qual devam acontecer em seqüência no futuro. Não temos outra noção de causa e efeito a não ser a de certos objetos que estiverem sempre associados[13].

O que não é percebido pelos sentidos, e depois representado por ideias, simplesmente não existe. Para alguém que nunca viu a Lua, ela simplesmente nunca existiu. Esse princípio empirista foi sucintamente expresso por Berkeley, da seguinte forma: *esse est percipi (ser é ser percebido)*. Assim se num vilarejo o sino toca pouco depois do Sol nascer, consumado o hábito de ver a luz do Sol e a seguir ouvir o repicar dos sinos, para os empiristas, as pessoas acreditarão que é a luz do Sol que faz os sinos dobrar. Para Hume, a causalidade não pertence ao mundo objetivo, mas é tão-somente uma associação de ideias conexas. Segundo exemplo clássico do próprio filósofo escocês, de tanto vermos uma pedra estilhaçar uma vidraça toda vez que virmos uma pedra aproximar-se da vidraça associaremos por hábito a ideia de sua ruptura, não havendo implicação causal real entre o movimento da pedra e a consequente ruptura da vidraça. Para os empiristas, não há, portanto, conexões causais factuais, mas associações de ideias extraídas da experiência sensorial; e notadamente para Hume, só há inteligibilidade na esfera situada dos "sentidos para dentro" (a esfera das percepções e ideias) e não dos "sentidos para fora", sendo assim a "esfera real", ou seja, "o mundo objetivo", incognoscível. Neste sentido, o empirismo pode ser considerado um idealismo não racionalista, onde imperam o hábito e a contingência dos fatos, em oposição à ordem e à necessidade das leis, sejam elas provenientes da razão humana, sejam da razão do mundo. Como veremos a partir do cap. VII, para alguns epistemólogos, o empirismo influenciou, em certos sentidos, a interpretação da TQ feita por alguns representantes idealistas da escola de Copenhague.

Quem afinal está certo: empiristas ou racionalistas?

Será a causalidade, como defendem Kant, Schopenhauer e antes destes, Leibniz, uma operação necessária do intelecto que precede a experiência atribuindo a gênese de um fenômeno a outro que o precede? Será ainda um

princípio ontológico da natureza *causa sui*, como defende Spinoza? Ou, pelo contrário, será a causalidade, segundo Locke e Hume, uma mera percepção sensorial repetida de eventos que entre si objetivamente nada têm em comum? A causalidade existe no mundo de fato, como quer Spinoza, ou apenas em nossa consciência, que organiza fatos brutos, como defende Kant? Ou ainda: é decorrente de um mero hábito de observação de eventos contingentes que se repetem, como dizem os empiristas ingleses?

Para os racionalistas, geralmente do continente europeu, a razão opera, pois, com princípios inatos, atemporais e de validade universal que precedem a experiência. Leibniz rejeita o empirismo de Locke, pois para ele a experiência advinda dos sentidos só cria a ocasião para o conhecimento dos princípios inatos. Parodiando Locke, diz Leibniz: "*Nada há no intelecto que não tenha passado primeiro pelos sentidos ... a não ser o próprio intelecto*" — e acrescenta no prefácio de sua famosa obra *Novos Ensaios sobre o Entendimento Humano*:

> Os sentidos se bem que necessários para todos os nossos conhecimentos atuais não são suficientes para dar-no-los todos, visto que eles só fornecem exemplos, ou seja, verdades particulares ou individuais. Ora, todos os exemplos que confirmam uma verdade de ordem geral, qualquer que seja o seu número, não são suficientes para estabelecer a necessidade universal desta mesma verdade, pois não segue que aquilo que aconteceu uma vez tornará a acontecer da mesma forma (...)
>
> (...) É possível que a nossa alma seja em si tão vazia, que não é nada sem as imagens que recebe de fora? Estou certo que o nosso autor (Leibniz refere-se a Locke) não poderia aprovar tal conseqüência. Aliás, onde não se encontram lousas que não se diversifiquem em algo?
>
> Só a razão é capaz de encontrar finalmente conexões certas na força das conseqüências necessárias, o que dá muitas vezes a possibilidade de prever o acontecimento sem ter necessidade de experimentar as conexões sensíveis das imagens (...)[14].

Causalidade e racionalidade numérica

A partir deste ponto, permito-me fazer uma crítica mais quantitativa acerca da polêmica entre racionalistas e empiristas. Empregarei para tal algumas propriedades matemáticas de dois ou mais fenômenos periódicos sincronizados e, na seção seguinte, irei além, extraindo da Física newtoniana exemplos e contraexemplos simples de fenômenos periódicos sincronizados e outros que,

embora completamente dessincronizados, podem estar vinculados causalmente. Com esse procedimento, pode-se questionar até que ponto a causalidade pode ser considerada como mera experiência de repetição (empiristas) ou, se pelo contrário, é uma operação necessária da natureza (Spinoza) ou ainda do entendimento (Kant). Questionarei também os limites de validade filosófica deste procedimento. A partir daqui estarei, paradoxalmente, utilizando a Física para investigar a origem de seu conhecimento.

Imaginemos dois fenômenos intermitentes e periódicos, ou seja, que se repetem em tempos regulares T_1 e T_2 como, por exemplo, o piscar de luzes de um farol. Se existirem dois números inteiros n_1 e n_2 tais que $n_1.T_1 = n_2.T_2$ (eq.1), o que é o mesmo que afirmar que a razão T_1/T_2 é um número racional, os dois fenômenos ocorrerão simultaneamente, sempre após n_1 repetições do primeiro ou n_2 do segundo, estando em nítida correlação, e embora podendo ser independentes entre si, darão a quem os observa uma sensação de vínculo, assim como dois instrumentos musicais tocando juntos "no mesmo ritmo". No entanto, se a razão entre os períodos é um número irracional (que não pode ser escrito na forma n_1/n_2) jamais os fenômenos voltarão a ser simultâneos pulsando sem sincronia como dois faróis piscando fora de fase ou como dois músicos tocando "fora de ritmo". O observador terá uma forte sensação de independência e desvinculação entre os dois fenômenos.

F_1 F_2 F_3 F_4

* * * | * * * | * * * | * * * |

| + + | + + | + +|

f_1 f_2 f_3

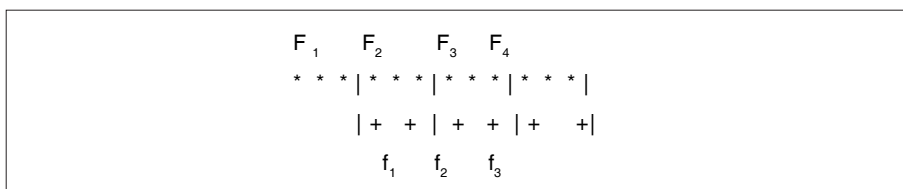



Figura IV-1: Correlação entre dois fenômenos F e f que pulsam em sincronia. A cada três pulsos de * ocorrem dois pulsos de +. Os períodos estão na razão de 2/3. F e f poderiam ser os sons de dois instrumentos musicais que a cada compasso | | emitem respectivamente 3 e 2 notas. No primeiro compasso f permanece em pausa.

Na figura IV-1 (acima), a um grupo de 3 pulsações * corresponde um outro grupo de 2 pulsações +. Nesse exemplo, a racionalidade numérica implica em uma indiscernibilidade entre causalidade e sincronia. O primeiro pulso * de F_{n+1} será sempre simultâneo ao primeiro pulso + de f_n, o que produzirá a quem os percebe um hábito de correlação e/ou vinculação entre os dois fenômenos. Em outras palavras, é impossível saber apenas através das sensações se entre F e f existe uma relação causal ou uma mera sincronia.

À guisa de um melhor entendimento, poder-se-ia imaginar que nesse exemplo, F e f são dois instrumentos musicais tocando uma partitura na qual está escrito que a cada compasso (representado pelo símbolo |...|), F executa 3 notas musicais enquanto que f, 2 notas. A partitura também indica que o primeiro compasso cabe a F, com f em pausa. O ouvinte poderia supor que são os sons de F que causam os de f.

Consideremos agora uma causa A que se repete intermitentemente com período T_A produzindo desta feita dois efeitos B e C com períodos T_B e T_C, de tal sorte que $n_A T_A = n_B T_C = n_C T_C$. (eq. 2), os efeitos B e C têm períodos que obedecem também à condição de racionalidade e estarão a causa e seus dois efeitos em sincronia ocorrendo simultaneamente após o tempo finito $n_a T_a$. (ver figura IV-2)

```
A:    *  *  *|*  *  *|*  *  * |
B:          | +    + | +    +|+    + |
C:          |- - - -|- - - -|- - - -|
```

Figura IV-2: A causa A produz dois efeitos B e C nas razões de 3/2 e 3/4. Existe uma relação causal A→B e A→C, mas apenas uma sincronia entre B e C. Neste exemplo, A pode ser o maestro e B e C dois instrumentos musicais.

De tanto percebermos a sincronia entre os três fenômenos acabaremos por acreditar que não há diferença alguma entre a produção de **B** por **A** e a sincronia entre **B** e **C**. O argumento mantém-se ainda que a causa **A** cessasse. Neste caso, **B** e **C** também cessariam dando a impressão que se produzem, e se **A** voltasse a atuar produziria mais uma vez seus efeitos **B** e **C**, reforçando a impressão de que estes se produzem.

No exemplo musical, dado anteriormente, **A** poderia ser um regente que a cada 3 movimentos com a mão indicaria a duração de um compasso, **B** seria um instrumento que deve tocar duas notas a cada compasso enquanto que **C**, 4 notas. Um ouvinte que não estivesse vendo o regente (em uma gravação, por exemplo), poderia pensar que é o instrumento **B** que induz **C** a tocar, o que não é verdadeiro. O fato ocorre realmente nas orquestras.

Para os empiristas, portanto, não se pode saber se os três fenômenos A(*), B(+) e C(-) são vinculados diretamente por uma condição causal ou se meramente repetem-se sincronicamente *ad infinitum* por terem seus períodos relacionados racionalmente, entre si[15].

Causalidade e sincronia em um oscilador forçado

Analisemos agora mais detalhadamente a questão acima levantada acerca da sincronia entre causa e efeito num dos sistemas mecânicos mais simples que é o oscilador de massa **m** e constante elástica **k**, forçado por uma força periódica: $\mathbf{F = F_o sen\ \omega t}$ e com atrito desprezível.

A equação que descreve o fenômeno se escreve:

$$m\frac{d^2x}{dt^2} + kx = F_o sen(wt)$$

Consideraremos a causa como sendo a força oscilante $\mathbf{F_o sen\ (\omega t)}$ e o seu efeito mais imediato a aceleração **a(t)** do corpo de massa ***m***. A solução dessa equação, para o corpo inicialmente em repouso na origem é:

$$a(t) = \frac{F_0 w}{m(w^2{}_0 - w^2)}\left[w_0\,\text{sen}(w_0 t) - w\,\text{sen}(wt)\right]$$

Onde:

$\mathbf{\omega_o = (k/m)^{1/2}}$, é a frequência natural do oscilador harmônico e $\boldsymbol{\omega}$, a frequência da força oscilante.

Vemos assim que o efeito a(t) é a soma algébrica de duas senóides de frequências distintas cuja relação determinará de forma marcante as características da função. Analisemos as várias possibilidades:

a) $\mathbf{\omega_o = \omega}$ No caso das frequências natural e forçada serem iguais o numerador e denominador são nulos e a função a(t) torna-se indeterminada. Expandindo-se a função em série de Taylor até os termos de segunda ordem em $\mathbf{\delta\omega = \omega - \omega_o}$, pode-se mostrar que $\mathbf{a(t) \cong Fo/2m\ [\omega_o t \cos(\omega_o t) + sen(\omega_o t)]}$[16]. O primeiro termo é um cosseno cuja amplitude cresce linearmente com o tempo e acaba mascarando o segundo termo, o que significa que o corpo oscilará com a frequência ω_o natural do oscilador, atingindo amplitudes cada vez maiores, podendo teoricamente chegar — na ausência completa de atrito — ao infinito. Acontece o chamado fenômeno da ressonância no qual a causa F e seu efeito a(t) oscilarão isocronamente numa situação que remete ao principio metafísico de Leibniz, "*causa aequat*

effectum", pois a causa converte-se em seu efeito, transferindo-lhe a sua potência (ver **Figura IV-3**).

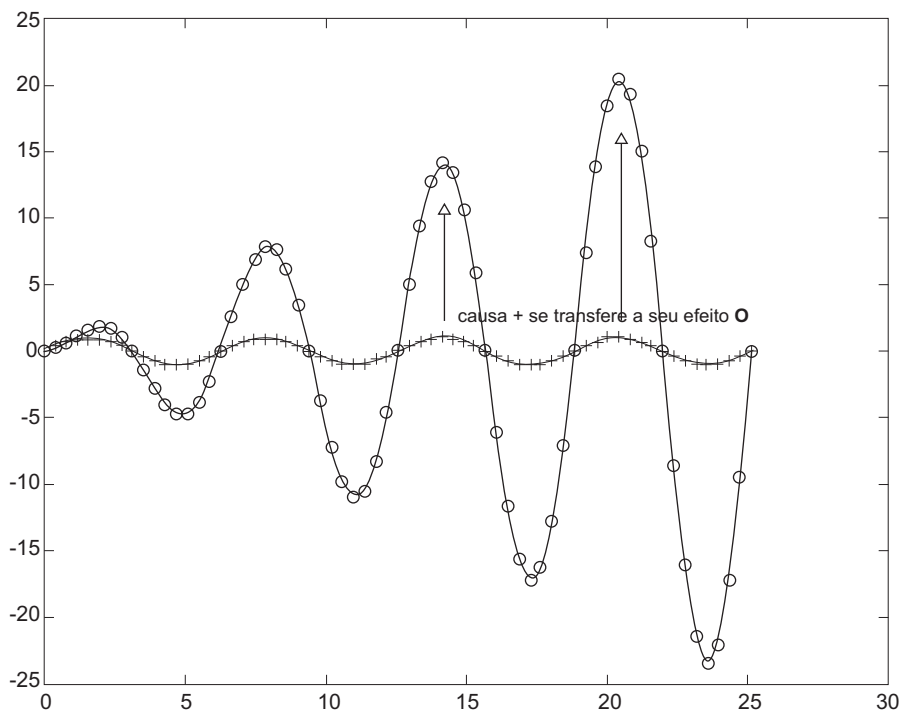



Figura IV-3: O fenômeno da ressonância: A força-causa (+) transfere-se à aceleração-efeito (o), havendo uma forte correlação entre ambas. Observando os fenômenos, diretamente pelos sentidos ou olhando os gráficos, qualquer um poderá facilmente descobrir que são causa e efeito.

b) Consideremos agora a situação em que $\boldsymbol{\omega_o/\omega = n_o/n \neq 1}$ (eq. 1), isto é, a razão das frequências é um número racional diferente de 1. Neste caso, a aceleração a(t) — bem como a elongação e a velocidade do corpo — será periódica com período $\mathbf{T_a = n_o T_o = n\ T}$, o que é a condição de sincronia entre causa e efeito apresentada na seção anterior. A cada **n** oscilações da causa-força ou $\mathbf{n_o}$ oscilações do oscilador harmônico livre, causa e efeito estarão em fase, dando a quem os observa a sensação de estarem vinculados por algum nexo causal (ver **Figura IV-4**)

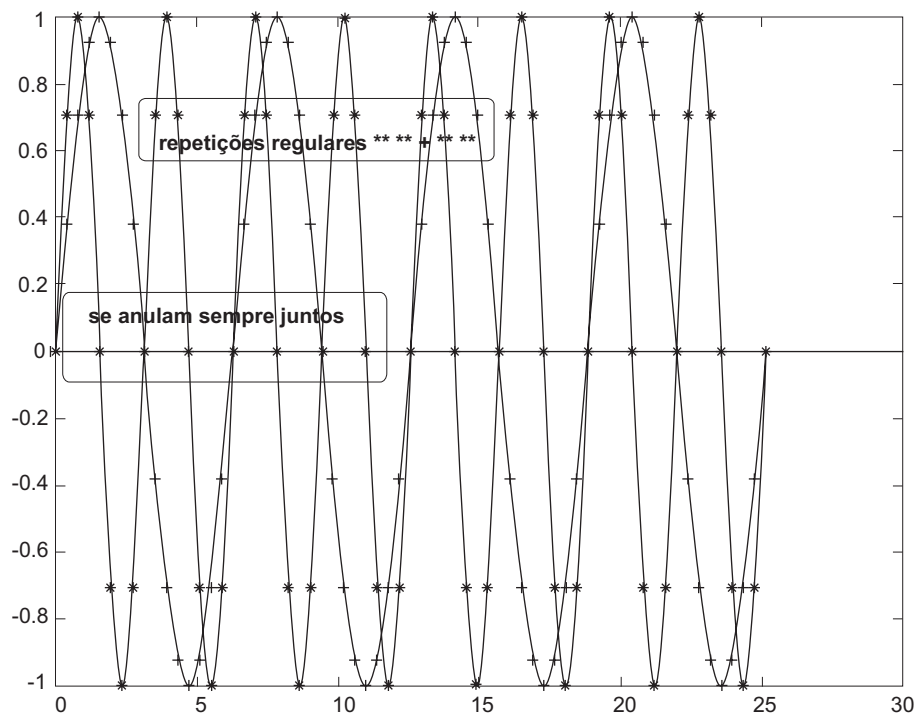



Figura IV-4: Num oscilador forçado, se a frequência da força-causa (*) guardar a proporção de 2:1 com a frequência natural, o efeito-aceleração (+) se anulará junto periodicamente. Os padrões de repetição da causa e seu efeito são sempre regulares. Como no exemplo anterior, poder-se-á sem dificuldade descobrir as regularidades e investigar a relação de causa e efeito.

c) Consideremos finalmente a hipótese de que $\boldsymbol{\omega_o}$ e $\boldsymbol{\omega}$ são tais que não possam existir dois inteiros tais que satisfaçam a eq. 1, ou seja, há uma irracionalidade numérica entre as duas frequências. Nesse caso a causa-força e efeito-aceleração estarão sempre fora de fase — ou fora de ritmo como diriam os músicos — dando a quem os observa uma sensação oposta aos dois casos anteriores: *parece não haver nenhum vínculo entre as grandezas observáveis levando à crença que força e aceleração são absolutamente independentes* (ver **Figura IV-5**).

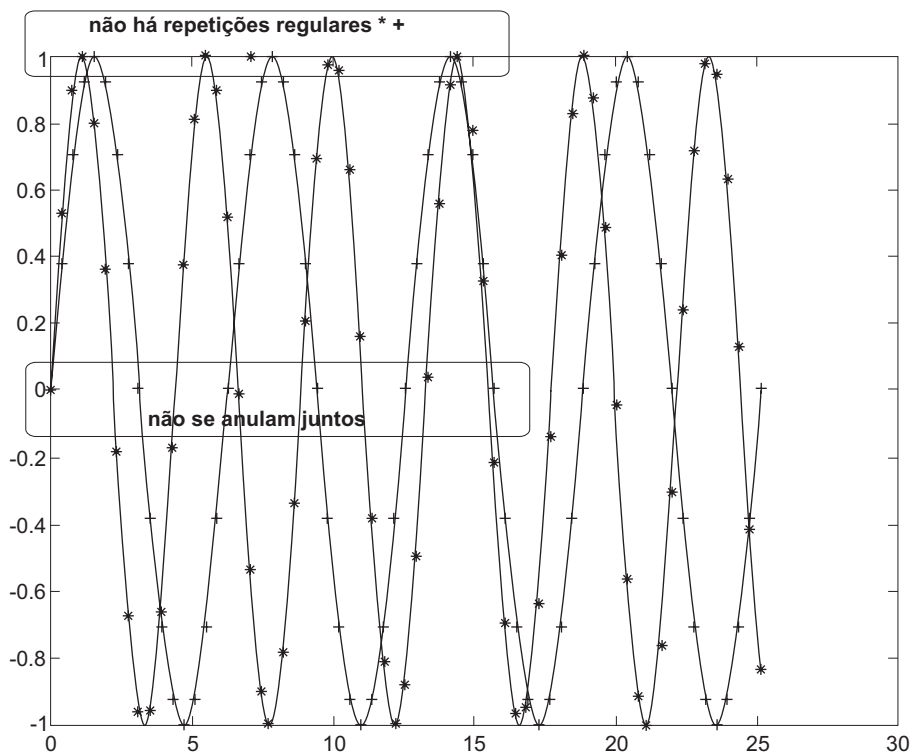



Figura IV-5: Se a razão de frequências for irracional, a força (*) e aceleração (+), embora comecem juntos em t=0, nunca mais recomeçarão juntos, e não existem pontos nem padrões comuns de repetição. Alguém que apenas observe os dois fenômenos, ou consulte esses gráficos, não poderá sequer suspeitar que exista uma relação oculta de causa e efeito entre eles.

No primeiro e segundo casos, quando uma causa externa vibra com a mesma frequência ou com frequências múltiplas da frequência natural de um sistema, um observador (portanto um estudante fazendo um experimento em sala de aula) pode, diretamente através de seus sentidos ou com o auxílio de gráficos, perceber a correlação entre a causa e seu efeito. A isocronia do primeiro caso e a sincronia do segundo produzem-lhe por repetição de experiências sensoriais, o hábito de associar a força à aceleração do corpo[17]. Neste caso, os empiristas parecem estar corretos: o condicionamento nos leva a associar fenômenos aos pares ao qual denominamos de causa e efeito sem que na natureza nada ocorra que os vincule de fato, levando Hume à sua famosa expressão: "*cause and effect are conjoined but not constrained*" *(causa e efeito estão juntos, mas não vinculados)*.

Entretanto, no caso em que causa e efeito vibram em frequências que não são múltiplas (ou razão de inteiros), (caso c, **Figura IV-5**) nem os órgãos dos sentidos, nem os gráficos do fenômeno, poderão estabelecer vínculos ou correlações entre eles. Desta forma, nenhum juízo empírico (sintético a posteriori) poderá ser estabelecido. Conclui-se assim que:

1 - Pode haver causalidade entre dois fenômenos sem correlação entre eles (**Figura IV-5**).

2 - Pode haver correlação entre dois fenômenos sem causalidade. (**Figura IV-2**)

3 - Nem sempre será possível encontrar causalidade a partir dos fenômenos.

Desta forma, um estudante que esteja num laboratório de aula experimental, observando o fenômeno, não poderá, por mais que se esforce, estabelecer uma relação de causa e efeito entre a força e a aceleração extraída apenas dos fatos empíricos, mesmo em um dos sistemas físicos mais simples da natureza como um oscilador harmônico forçado com atrito desprezível. O que dizer de fenômenos mais complexos como osciladores acoplados?

Acredito, pois que isso enfraquece a posição empirista, e, por conseguinte, a de um ensino de cunho empirista-indutivista fortemente recomendado por parte dos livros-texto que costumam ser adotados nas universidades brasileiras, como se depreende, logo nas páginas iniciais de alguns textos que frequentemente constam das referências bibliográficas de boa parte das ementas de disciplinas de Física básica:

> Tudo que sabemos do mundo físico e sobre os princípios que governam seu comportamento foi aprendido da observação dos fenômenos da natureza[18].
>
> As leis da física são generalizações de observações e de resultados experimentais[19].
>
> A física, como ciência natural, parte de dados experimentais (...) através de um processo indutivo, formular leis fenomenológicas, ou seja, obtidas diretamente dos fenômenos observados[20].

Nas duas primeiras citações acima um "*nem*" antecedendo os quantificadores universais seria providencial... "*Nem tudo que sabemos*"*(...)*, "*Nem todas as leis*"*(...)* A terceira citação acima, de autoria de um de meus mestres de juventude, prof. Nussensveig, tampouco resiste a um "*nem*": "*A física, como ciência natural, nem sempre parte de dados experimentais(...)*".

Cabe-nos agora refletir sobre três questões epistemológicas de grande importância:

1 - A causalidade habitaria uma realidade ontológica, como defendem Spinoza e Leibniz; conduzindo-nos a um princípio de causalidade racional e realista no sentido de uma "causalidade forte", isto é, ontologicamente dada na natureza?

2 - Seria ela apenas um aparato mental necessário e apriorístico para que o intelecto possa ordenar e classificar os fenômenos de acordo com leis universais, como define Kant?

3 - Será ela uma mera associação de ideias provocadas pelo hábito de observação repetida, isto é, apenas uma associação de ideias diretamente extraídas da experiência, como defendem os empiristas e os livros-texto citados?

As respostas longe de serem unânimes ainda hoje suscitam dúvidas e polêmicas. A questão é complexa, e várias escolas filosóficas procuram soluções que mesclam as questões acima levantadas, visando à síntese entre posições antagônicas. Não obstante a complexidade do tema, poder-se-ia, entretanto, extrair algumas ilações do exemplo simples do oscilador harmônico forçado. Por ora, posso responder que a Física, através dos exemplos dados, descarta a terceira posição epistemológica. Defendo assim o ponto vista spinozista, no sentido de uma "causalidade forte", ontologicamente dada na natureza, em associação às ideias que dela fazemos ou no sentido kantiano em que a causalidade expressa por uma lei (a segunda lei de Newton) é um juízo a *priori*, independente de qualquer experiência. Esse juízo é necessário para a organização do entendimento da própria experiência ou da realidade que, no entanto, para Kant, é inatingível. Ponto de vista que G. Pascal defende ao comentar as categorias do entendimento:

> Não é a experiência que nos capacita conhecer a relação objetiva dos fenômenos. Ao contrário, é só o conceito a priori da relação de causa e efeito que pode dar unidade objetiva à experiência, permitindo-nos perceber uma ordem real. Pela causalidade percebemos na mudança, não uma seqüência qualquer, mas necessária; ela torna necessária, na percepção do que acontece, a ordem das percepções sucessivas. Não existe, pois conhecimento objetivo senão pela regra que estabelece uma ligação necessária entre um acontecimento dado e outro que o precedeu, ou seja, pela causalidade. Sem esta o mundo seria como um sonho; conhecer é, pois conhecer pelas causas; compreender

> um fenômeno é apreendê-lo como conseqüência necessária de outro (...) Portanto, longe de ser um conceito derivado da experiência, como julgava Hume, a causalidade é a própria condição da experiência. (grifo é meu), a forma a priori que estabelece um nexo necessário na sucessão subjetiva das minhas representações (idéias) que permite referi-las a uma realidade objetiva"[21].

Esse questionamento, entretanto, não poderá se decidir entre uma causalidade forte ou fraca. Assim, o fato de a causalidade ser uma categoria gnosiológica do entendimento humano ou um princípio ontológico de causalidade da natureza em si transcende os limites possíveis desta discussão. Acredito que este limite situa-se além da Física.

O empirismo e ensino de Física

Não é novidade para os pesquisadores da área de ensino de Física que as ideias aristotélicas, que raramente são apresentadas nos livros textos de Física, ou então expostas de maneira a parecerem quase ridículas, são, na verdade, mais intuitivas que as ideias newtonianas. De fato, observamos na prática do dia-a-dia, uma pedra cair mais rapidamente que uma bolinha de papel e jamais observamos uma carroça deslocar-se sem um cavalo na frente! São ideias assim extraídas diretamente do senso comum e da experiência cotidiana, ao passo que o mesmo não se pode afirmar da Física newtoniana, devendo-se isso, a meu ver, à antecedência (prioridade) da causalidade entre força e aceleração, em relação à experiência imediata dos sentidos. Segundo E.P. Camargo:

> As convicções aristotélicas de lugar natural e a de que todo movimento associa-se a uma força têm-se demonstrado característica básica da relação do pensamento e dos conceitos pré-newtonianos de movimento. Contudo, no que se refere ao movimento de projéteis, as experiências causais dos estudantes detêm analogias com a idéia de força impressa de Hiparco/Filoponos e com a teoria do impetus de Buridan e seus seguidores (...)[22].

Como expõem os autores do artigo acima mencionado, os alunos de Física contemporâneos, sejam eles deficientes de algum órgão sensorial ou quer gozem da plenitude de seus sentidos, operam com conceitos muito mais próximos da mecânica aristotélica que da newtoniana, ou seja, com o senso comum diretamente empírico. Assim, supondo que uma mente "tábula

rasa" ou "tela em branco" seja igual ao longo da História, entendo que o empirismo inglês primordial, cujos representantes mais importantes eram contemporâneos de Newton, criaram uma teoria do conhecimento mais próxima da Física aristotélica que da newtoniana. Não faltam razões históricas e pedagógicas para que os alunos de Física básica sejam espontaneamente mais empiristas do que racionalistas. Afinal, eles são doutrinados, desde o 2º grau, a achar que "todas as leis da Física vêm da experiência", o que é uma leitura equivocada ou radical demais da História da Física.

A passagem de uma "física do senso comum de experiências repetidas" para uma "física de postulados e princípios racionais apriorísticos" é assim uma árdua tarefa pedagógica que os educadores devem perseguir com afinco, prevendo de antemão as dificuldades com as quais irão se deparar. De fato, historicamente coube a Kant, mais de um século depois dos *Principia* de Newton, romper com o empirismo primordial, no sentido que nem todas as ideias procedem diretamente da experiência sensorial, sendo dentre estas a causalidade, uma das mais importantes.

Einstein, após ter desenvolvido as equações da TRG, expressou-se das seguintes formas, acerca do excesso de empirismo que dominou a investigação científica no final do séc. XIX:

> (...) Uma teoria pode ser testada pela experiência, mas não existe meio de se desenvolver uma teoria a partir da experiência. Equações de tal complexidade como as do campo gravitacional somente podem ser encontradas através da descoberta de uma condição matemática logicamente simples que determine as equações completamente. Uma vez que temos essas condições formais suficientemente fortes, precisamos apenas de um pequeno conhecimento dos fatos para a elaboração de uma teoria[23].
>
> O preconceito — que não desapareceu até hoje — consiste em acreditar que os fatos podem e devem fornecer, por si mesmos, conhecimento científico, sem uma construção conceitual livre. Esse modo de pensar só é possível quando não se leva em conta a livre escolha dos conceitos os quais, por meio dos resultados positivos e longo tempo de uso, parecem (grifo do autor) estar diretamente ligados ao material empírico[24].

Permito-me agora parodiar a famosa polêmica entre Locke e Leibniz: "Tudo que está no intelecto passou antes pelos sentidos" (disse certa vez, Locke) ... "com exceção do próprio intelecto (completou Leibniz) ... dos Srs. Einstein, Newton e Kant, é claro! (completaria).

Hume, Spinoza ou Kant? Pequena reflexão pedagógica

A intermitência periódica acrescida à racionalidade numérica de dois ou mais fenômenos nos induz um hábito de percepção que leva à impossibilidade de discernimento entre causalidade e correlação. Nesse sentido, Hume e os empiristas estão certos. No entanto, mostrou-se anteriormente que certos fenômenos periódicos podem ser correlacionados, mas não vinculados causalmente enquanto que outros, pelo contrário, são causalmente vinculados, e não correlacionados. A Física newtoniana nos oferece muitos exemplos simples em que isso ocorre, não existindo nenhuma possibilidade de, através de uma experiência imediata dos sentidos, estabelecer sequer correlações entre dois fenômenos, e, portanto, muito menos, causalidade. Neste caso, não se poderia extrair diretamente da experiência uma lei que os relacione causalmente, ou seja, a causalidade não poderia ser inferida ou induzida da mera repetição sensorial, porquanto esta não existe. Haveria assim a necessidade de uma categoria apriorística para a organização dos fenômenos, em forma de leis universais e necessárias, reflitam elas uma realidade em si ou apenas o nosso entendimento acerca do mundo. Nesse sentido, a Física newtoniana é mais bem condizente com a teoria kantiana de conhecimento do que com o empirismo clássico, ou dito de outra forma: depois das leis de Newton, a teoria do conhecimento teve de ser repensada, cabendo a Kant esta gigantesca tarefa. Pretendo nos próximos capítulos mostrar que a ideia de causalidade forte como princípio ontológico de causalidade condizente com o spinozismo, será adotada por Einstein na TR, na qual será abandonada a ideia kantiana de um espaço e de um tempo como intuições absolutas e apriorísticas do espírito humano.

Pedagogicamente a reflexão feita neste capítulo serve para que os mestres sejam mais condescendentes com o aristotelismo de seus discípulos, quando estes pensarem que uma bolinha de papel cairá em qualquer circunstância mais lentamente do que uma de chumbo, ou quando acreditarem que uma carruagem só pode ser mantida em movimento por um cavalo na sua frente. Por outro lado, como nos alertou Einstein, os mestres também devem ser menos empiristas que os textos recomendam através de exaustivos programas de experimentos antes de se esboçar qualquer ideia. Ou ainda os fazem acreditar que a relação entre força e a aceleração é nítida a ponto de poder ser facilmente estabelecida pelos sentidos. Igualmente, os mestres devem instigar

seus aprendizes ao pensamento livre que às vezes se move dando saltos, guiado apenas pela intuição, pois que por detrás de fatos aparentemente desconexos podem ocultar-se leis e relações. Serão estas, no entanto, meras construções humanas ou ontologicamente pertencentes à estrutura do universo? A Física pôde nos ser útil para interessantes reflexões acerca da origem do conhecimento humano, mas é incapaz de nos revelar qualquer coisa acerca de sua essência. Neste ponto, permaneceremos sem resposta, não nos restando, por ora alternativa, senão seguir perguntando: a causalidade é um princípio da natureza ou apenas uma categoria do entendimento humano: Spinoza ou Kant?

Parte II

SPINOZA E EINSTEIN E SUAS AFINIDADES POSITIVAS: A TEORIA DA RELATIVIDADE

CAPÍTULO V

REFLEXÕES HISTÓRICAS SOBRE A TEORIA DA RELATIVIDADE. SUGESTÕES PEDAGÓGICAS

Neste e no próximo capítulo, abordarei especificamente uma das questões centrais deste texto: vislumbrar as afinidades e a compatibilidade da Teoria da Relatividade (TR) de Einstein com a metafísica de Spinoza, desvelando uma perspectiva mais ampla de entendimento, com vistas a uma pedagogia alternativa desta disciplina. Enquanto que neste capítulo, a abordagem terá um cunho historicamente mais interno e formal, embora com alguns inevitáveis matizes epistemológicos, no próximo, ela será, sob ponto vista filosófico, deliberadamente mais especulativa.

A TR é normalmente ensinada nas salas de aula das universidades, como uma construção historicamente interna da Física. A ideia predominante nas cartilhas da TR é a de que seus dois postulados foram introduzidos por Einstein tão-somente como consequência da necessidade de preservar a invariância dos fenômenos eletromagnéticos, em detrimento da mecânica clássica, uma vez ser impossível manter a invariância de ambas simultaneamente, sem sacrificar as transformações de Galileo. Defenderei, no entanto, a tese alternativa de que a TR, embora possa ter sido gestada pelo físico, inicialmente apenas com essas motivações de ordem interna à Física, pode também ser entendida, ensinada e referenciada num contexto

transdisciplinar mais amplo que vislumbra elementos externos, compatíveis com algumas metafísicas apreciadas pelo autor da TR, e dentre elas, em particular, o spinozismo.

Segundo W.Heisenberg, é certo que o autor da TR, já consagrado em 1924, como o maior físico de sua época, em suas constantes incursões contra as interpretações indeterministas da Teoria Quântica, afastava-se cada vez mais de suas convicções neopositivistas, inspiradas em E. Mach, defendendo peremptoriamente a autodeterminação e a vigência da natureza, e de suas leis, independentemente da observação humana. O criador do princípio de indeterminação da Teoria Quântica, relata-nos de forma pungente o diálogo que teve com Einstein em 1924, acompanhando-o ao longo de uma caminhada de volta à casa. O jovem Heisenberg não se sentiu constrangido em descrever com minúcias, os "puxões de orelha" que levou do autor da TR, quando, ao defender a sua recente mecânica matricial, ousou dizer a um severo Einstein que "uma boa teoria física deveria lidar apenas com grandezas observáveis". O diálogo entre os dois grandes homens de ciência revela que, já nesta época, Einstein estava convicto da necessidade de se conhecer a natureza "tal qual ela é" e não como se nos apresenta aos sentidos[1].

Porém, antes de entrar no cerne dessa questão de cunho filosófico, à guisa de clareza e da boa didática, pretendo fazer uma incursão com um enfoque mais histórico, tomando, como o referência básica, o Cap. 7: "*Einstein's Relativity And Others*", do livro *Quantum Generations*, do historiador da ciência dinamarquês, H. Kragh, que visa à construção da TR, sob o ponto de vista estritamente interno. Como o autor do livro em questão não pretendeu questionar os respaldos filosóficos em que a TR se apoiou, ou tampouco pretendeu discutir as consequências metafísicas desta teoria, farei assim uma introdução histórica da TR, à maneira dos físicos. Apresentarei, à medida do possível, um quadro histórico evolutivo interno da ciência que levou à publicação dos artigos de Albert Einstein de 1905 e 1916, quando foram criadas respectivamente a Teoria da Relatividade Especial (TRE) e a Teoria da Relatividade Geral (TRG).

Um dos pontos mais polêmicos dessa dinâmica interna, que culminou com a criação da TRE, é saber até que extensão as experiências que visavam detectar o éter luminífero, e em particular a de Michelson-Morley de 1887, puderam ter influenciado a gênese da TR. Essa questão divide até hoje os historiadores, colocando frente a frente uma linha de pensamento neo-

empirista que advoga a impossibilidade de Einstein ter produzido seu artigo de 1905 sem um prévio conhecimento da experiência em questão; em oposição à outra, de cunho mais racionalista, que defende a independência do pensamento do autor da TR frente aos experimentos que resultaram na impossibilidade de detecção do éter.

Como no bojo dessa controvérsia encontram-se reconditamente algumas questões epistemológicas fundamentais acerca da origem do conhecimento, serei obrigado a extrapolar o objetivo inicial do autor que nos serviu de referência, acrescentando algumas dessas nuanças de motivação filosófica, que caracterizaram o pensamento do criador da TR. No entanto, esta aparente transgressão ao texto de Kragh estará bem respaldada, a meu ver, pelo texto abaixo, de Michel Paty, endossando o fato de Einstein poder ser considerado um dos físicos do séc. XX mais atentos a questões extracientíficas de caráter filosófico, epistemológico e metafísico:

> O pensamento de Einstein é explicitamente filosófico por si mesmo e não apenas em um nível implícito ou subjacente ainda que formulado como um trabalho científico. É verdade que a forma com que é expresso é diferente da maioria dos tratados filosóficos. Primeiramente, sua contribuição científica tem comumente não só um conteúdo filosófico, mas também um tom filosófico pela natureza fundamental das questões com que opera. Em segundo lugar, seus trabalhos acerca de questões gerais apresentam uma profunda coerência em toda a sua extensão. Finalmente seus escritos epistemológicos embora não numerosos, são de importância fundamental para a Filosofia da ciência. São eles: Geometria e Experiência, Física e Realidade, Os fundamentos da Física Teórica, Notas Autobiográficas e Resposta ao Criticismo[2].

Apesar do viés filosófico que sempre caracterizou a obra de Einstein, para não desvirtuar o propósito meramente histórico do livro de Kragh, esforçar-me-ei em resistir por ora aos apelos metafísicos do pensamento do autor da TR, deixando a especulação metafísica correr mais intuitivamente no próximo capítulo.

A citada controvérsia histórica acerca da importância da experiência de Michelson-Morley, as gêneses da TRE e TRG, a inadequação do nome sugerido por Planck, *Teoria da Relatividade*, e a aceitação desta teoria em diversos países europeus, bem como nos Estados Unidos, serão os principais pontos aqui abordados. A partir daí, creio que se possam reunir mais elementos históricos para adentrar na essência de minha indagação, a saber, a compatibilidade da TR com a metafísica spinoziana.

Baseado em minha longa travessia pelas salas de aula de várias universidades brasileiras, recomendo aos jovens mestres de Física que, sempre que possível, estimulem seus aprendizes com uma contextualização histórica bem fundamentada das teorias físicas, sendo esta de preferência seguida por reflexões multidisciplinares, envolvendo as motivações filosóficas de seus autores. É o que farei a seguir, neste e no próximo capítulo, entremeando o texto com algumas sugestões pedagógicas.

O éter luminífero e a experiência de Michelson-Morley

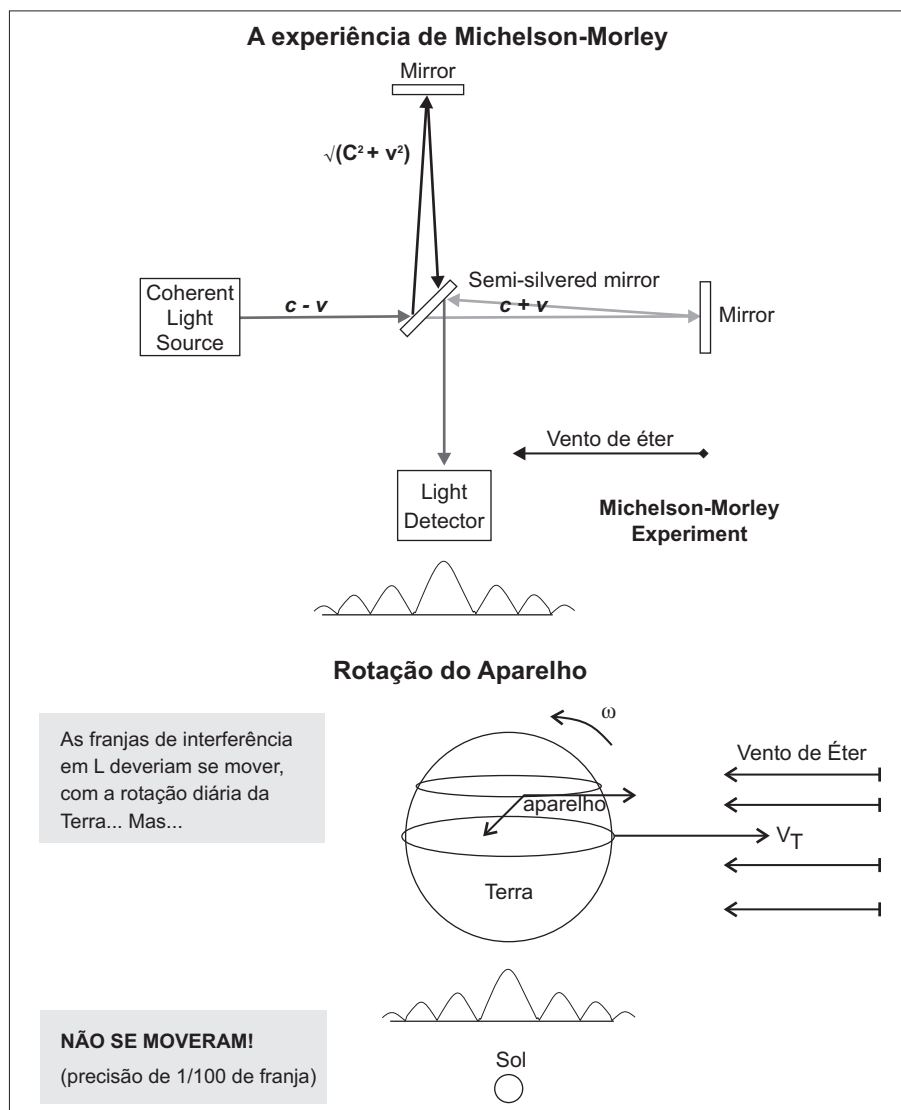
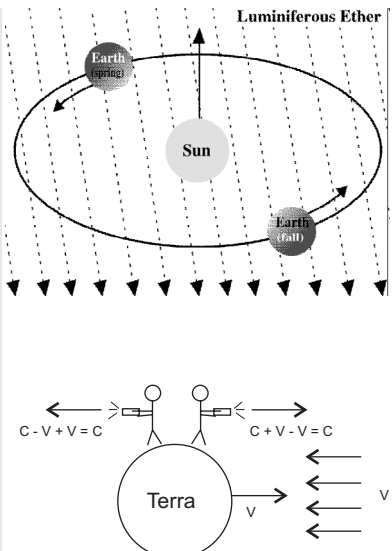
Até o final do séc. XIX acreditava-se piamente na existência do éter luminífero, fluido translúcido, sem peso, que preencheria os espaços vazios existentes tanto entre os átomos quanto entre os corpos celestes, e que serviria como o meio de propagação das ondas eletromagnéticas, assim como o ar é o meio mecânico que permite a propagação das ondas sonoras. Nem o grande James Clerck Maxwell, descobridor das famosas quatro equações fundamentais do eletromagnetismo, poderia prescindir da ideia do éter luminíforo:

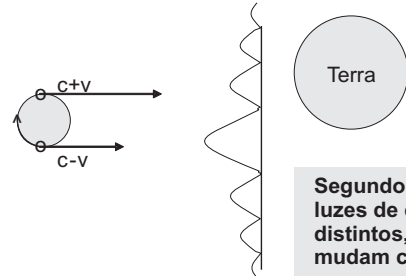
> Não pode haver dúvida de que os espaços interplanetários e interestelares não são vazios, mas ocupados por uma substância ou corpo material que é certamente o maior, e provavelmente o mais uniforme, corpo que temos conhecimento[3].

O geocentrismo aristotélico já havia sido sepultado há vários séculos, por Copérnico, Kepler e Galileo, mas o éter luminífero, sem dúvida, resistia como a última herança filosófica da doutrina aristotélica da quintessência. Para Aristóteles, o cosmos era dividido numa esfera sublunar onde pontificavam os quatro elementos terra, água, ar e fogo, com espaços vazios preenchidos pelo imponderável éter, enquanto que nos céus pairava a esfera supralunar onde não só os astros, mas também os espaços interestelares eram feitos dessa onipresente e perene quintessência etérea. Esse resquício aristotélico foi, várias vezes, registrado na História da Física como uma crença persistente em fluidos etéreos de cunho metafísico, como o calórico, os eflúvios e o fluido elétrico, por exemplo. Leonard Euler, comparando as velocidades da luz com a do som, chegou a calcular que o éter teria uma densidade 100 milhões de vezes menor que a do ar.

Assim, no final do séc. XIX tornou-se importante a detecção deste meio que seria a sede das perturbações eletromagnéticas. Quantificar as suas propriedades era o último elo aberto do eletromagnetismo, que se iniciou com Coulomb, Ampère, Oersted, Watt, Volta, Faraday, dentre outros, culminando, em grande estilo, com as quatro equações de Maxwell que davam suporte teórico ao entendimento da natureza da luz, como uma onda de origem eletromagnética[4].

É neste contexto histórico que se situa a figura de Albert Michelson, físico experimental, naturalizado norte-americano, e fervoroso crente da existência do éter. Michelson, que trabalhava em Berlim, era um especialista na medição da velocidade da luz, imaginou que se a Terra se move, com velocidade **v**, num espaço pleno de éter em repouso, então no referencial terrestre haveria um vento de éter no sentido contrário ao de seu movimento, da mesma forma com que o vento bate no rosto de um ciclista. Desta forma, um raio luminoso que fosse apontado no sentido contrário ao movimento terrestre teria velocidade $c + \mathbf{v}$, enquanto que um raio apontado no sentido do movimento teria velocidade $c - \mathbf{v}$, e um raio perpendicular, velocidade $\sqrt{(c^2 + v^2)}$.

Como a Terra gira em seu movimento diário e também muda ligeiramente sua velocidade ao longo do ano, esperava-se um deslocamento das franjas de interferência produzida entre raios paralelos e perpendiculares ao vento de éter (ver **Figura V-1**). Apesar da sofisticação de seus aparelhos, Michelson não conseguiu detectar nenhuma diferença na velocidade dos raios, o que acarretava uma rigorosa imobilidade das franjas de interferência obtidas com seu aparelho. Repetiu a experiência em Cleveland, desta feita com a colaboração de Edward Morley, contando com aparelhos ainda mais sensíveis, cuja construção lhe valeu o prêmio Nobel de 1907. No entanto, ele nada encontrou. A crença de Michelson no éter era tão intensa e persistente que o físico chegou a repetir o experimento, ao ar livre, no alto de uma montanha, pois acreditava que, assim como um veículo fechado em movimento bloqueia a passagem do ar, as paredes de seu laboratório pudessem estar bloqueando o vento de éter. Para seu desapontamento, também ao ar livre os resultados foram negativos, atormentando para sempre o experimentador que chegou a adoecer, não se sabendo, no entanto, se por este motivo, ou por desavenças com a mulher que a esta altura já o acusara de adultério...[5]

Figuras V-1

Várias outras hipóteses tentaram em vão "salvar o éter". Na segunda delas, o éter teria a mesma velocidade da Terra ~30 km/seg, o que explicaria a ausência de efeito num ponto da órbita, mas no ponto diametralmente oposto, o efeito deveria ser dobrado, e nada foi detectado.

Na hipótese de Lorentz & Fitzgerald supôs-se que o braço do interferômetro se contrairia na direção paralela ao éter, dando o mesmo tempo

de percurso que o raio que segue o outro braço. Em 1932, Kennedy & Thorndike usaram interferômetros com braços de comprimentos distintos, dando igualmente resultado negativo. A teoria da emissão de Walter Ritz foi mais uma tentativa infrutífera em que se supôs que a velocidade da luz seria c somente em relação à fonte emissora, e se esta se movesse com velocidade **v**, a velocidade da luz se somaria a esta, ou seja, seria c + **v**. Segundo essa teoria, as luzes de estrelas binárias, que giram em sentidos opostos, chegariam à Terra em tempos distintos, produzindo franjas de interferência que se moveriam na proporção do movimento de rotação da estrela, o que não foi observado. (Ver **Figuras V-2**)

Figuras V-2

Será neste contexto do final do séc. XIX, e das várias e infrutíferas tentativas de se "salvar" o éter luminífero, à maneira dos gregos, que surge um dos pontos mais controvertidos acerca da gênese da TRE. Essa questão, até os presentes dias, segue sendo objeto de polêmica entre as várias linhas de pesquisadores em História da Ciência, e à qual Kragh dedicará às duas primeiras seções do Cap. 7.

Segundo o historiador, o citado artigo de Einstein da *Annalen der Physik* é surpreendente, por diversos motivos:

> (...) o artigo não inclui uma simples referência sequer, obscurecendo assim as fontes da teoria, tornando-se uma questão controversa para os historiadores da ciência. **Einstein não estava bem a par da literatura, e chegou à teoria de forma totalmente independente**. Ele sabia algo acerca de alguns trabalhos não técnicos de Poincaré e sobre o trabalho de Lorentz de 1895, mas nada sobre as deduções que este e Larmor haviam feito com respeito às equações de transformação de coordenadas. **Outro fato intrigante sobre o referido artigo de Einstein é que ele não menciona a experiência de Michelson-Morley ou qualquer outra experiência ótica que falhara em detectar o éter, e que eram rotineiramente discutidas na literatura concernente à eletrodinâmica dos corpos em movimento**. Entretanto, há uma forte evidência que Einstein, no momento que em publicou seu artigo, não só estava o par da experiência de Michelson-Morley **como também que a ela pouca importância dava. Ele não desenvolveu sua teoria para dar conta das anomalias experimentais, mas a trabalhou muito mais a partir de considerações de simplicidade e simetria**, originalmente relacionadas ao seu profundo interesse na teoria de Maxwell, bem como, à sua crença de que não poderiam haver diferenças de princípios entre as leis da mecânica e as que governam os fenômenos eletromagnéticos. **Na rota que Einstein seguiu até chegar à Relatividade, as experiências mentais eram mais importantes que as reais**[6]

Portanto, como se depreende do texto acima, sem referências claras a trabalhos afins como os de Lorentz, Fitzgerald, Poincaré, Larmor e à experiência de Michelson-Morley, em apenas 30 páginas, e à maneira geométrica (*more geométrico*), forma muito utilizada no séc. XVII, mas em desuso em uma época dominada pelo positivismo, Einstein partiria de apenas dois postulados, de caráter cinemático, enunciados sem demonstração.

As Transformações de Lorentz

Kragh parece assim engrossar o coro daqueles que advogam a independência da TRE não só frente à experiência de Michelson-Morley como

também frente a todo corpo teórico precedente, como a teoria de Lorentz, em particular:

> As transformações de Lorentz formam o núcleo central da TRE e à primeira vista pode parecer que a teoria de Einstein foi precedida pelas teorias do elétron de Lorentz e Larmor. **Entretanto, definitivamente este não foi o caso**. Apesar de ter obtido as mesmas transformações que Einstein em 1905, Lorentz as interpretou de forma muito distinta. Em primeiro lugar, a teoria de Lorentz era de cunho dinâmico na qual às transformações se associaria uma causa física, qual seja a interação entre o éter e os elétrons de um corpo em movimento (...) Em segundo lugar, o éter de Lorentz constituía uma parte essencial de sua teoria no qual funcionaria como um referencial absoluto onde vigoraria uma simultaneidade absoluta[7].

A TR, semelhantemente aos Elementos de Euclides, foi assim construída dedutivamente a partir de axiomas básicos, como um pequeno *more* geométrico. Arriscarei aqui a conjectura de que a forma que Einstein deu a seu artigo possa ser explicada pelo fato de que ele fora, desde a infância, um entusiástico admirador da geometria euclidiana, e assim expressava o seu encanto:

> Aos doze anos experimentei minha segunda sensação de espanto[8], (...) provocada por um livrinho de geometria plana de Euclides. (...) Ali estavam afirmações (...) que podiam ser provadas com tal certeza que qualquer dúvida estava fora de cogitação. Essa certeza lúcida impressionou-me profundamente. O fato de os axiomas serem aceitos sem prova não me perturbou. De qualquer forma, era bastante poder basear as provas em proposições cuja validade me parecia livre de qualquer dúvida. (...) Para quem a experimenta (a sensação) pela primeira vez, parece maravilhoso o homem ser capaz de alcançar tal grau de certeza e de pureza de pensamento, como nos demonstram os gregos com a sua geometria[9].

Os dois postulados fundamentais da TRE são:

1 - As leis da natureza são as mesmas para todos os observadores que se movem uniformemente uns em relação aos outros.

2 - A velocidade da luz no vácuo independe do movimento da fonte e é a mesma para todos os observadores anteriores[10].

Partindo desta base axiomática extremamente simples, Einstein construiu uma cadeia silogística com consequências drásticas não só para o entendimento como para a percepção sensorial comum: a desqualificação do éter, senão simplesmente a sua total supressão o que implica na desconstrução do espaço

e do tempo absolutos, dando, como vimos, às transformações de Lorentz abaixo escritas, uma interpretação totalmente diferente da que deu o físico holandês:

$$x' = \gamma(x - vt)$$
$$t' = \gamma(t - vx/c^2)$$
$$\text{onde: } \gamma = 1/(1-v^2/c^2)^{1/2}$$

Sobre essa nova interpretação das transformações de Lorentz, Kragh assim se expressa:

> (...) com argumentos muito simples, Einstein mostrou primeiramente que a simultaneidade não pode ser definida absolutamente, mas depende do estado de movimento dos observadores. A seguir ele aplicou este insight para mostrar que não haviam noções consistentes para um tempo e um comprimento absolutos de um corpo. (...) Contrariamente às interpretações de Lorentz e Poincaré, as fórmulas acima, segundo Einstein, representariam posições e tempos fisicamente reais. Os dois sistemas de coordenadas são igualmente reais (...) **O tempo transformado (t') seria assim tão real quanto qualquer tempo (t), e portanto bem diferente da interpretação de um tempo local e fictício, dada por Lorentz**[11].

Os postulados da Relatividade têm pelo menos cinco consequências drásticas, quase incompreensíveis para o senso comum:

1 - Dois eventos que são simultâneos para um observador podem não o ser para outro que se mova em relação ao primeiro, e a sequência temporal de dois eventos poderá ser distinta para observadores que se movam uns em relação a outros. Portanto, os acertos dos relógios são distintos para observadores em movimento relativo, tornando os conceitos de passado, presente e futuro, relativos.

2 - Um relógio em movimento para um determinado observador bate mais lentamente que outro idêntico em repouso. Assim, um relógio que viaja com a velocidade que se aproxima à da luz tenderá a ficar parado. A este fenômeno denomina-se de dilatação do tempo.

3 - Uma régua que se move em relação a um determinado observador, aparecerá para este mais curta que uma exatamente igual em repouso, isto é, ela contrair-se-á na direção de seu movimento. Se uma régua mover-se com a velocidade próxima à da luz, reduzir-se-á a quase

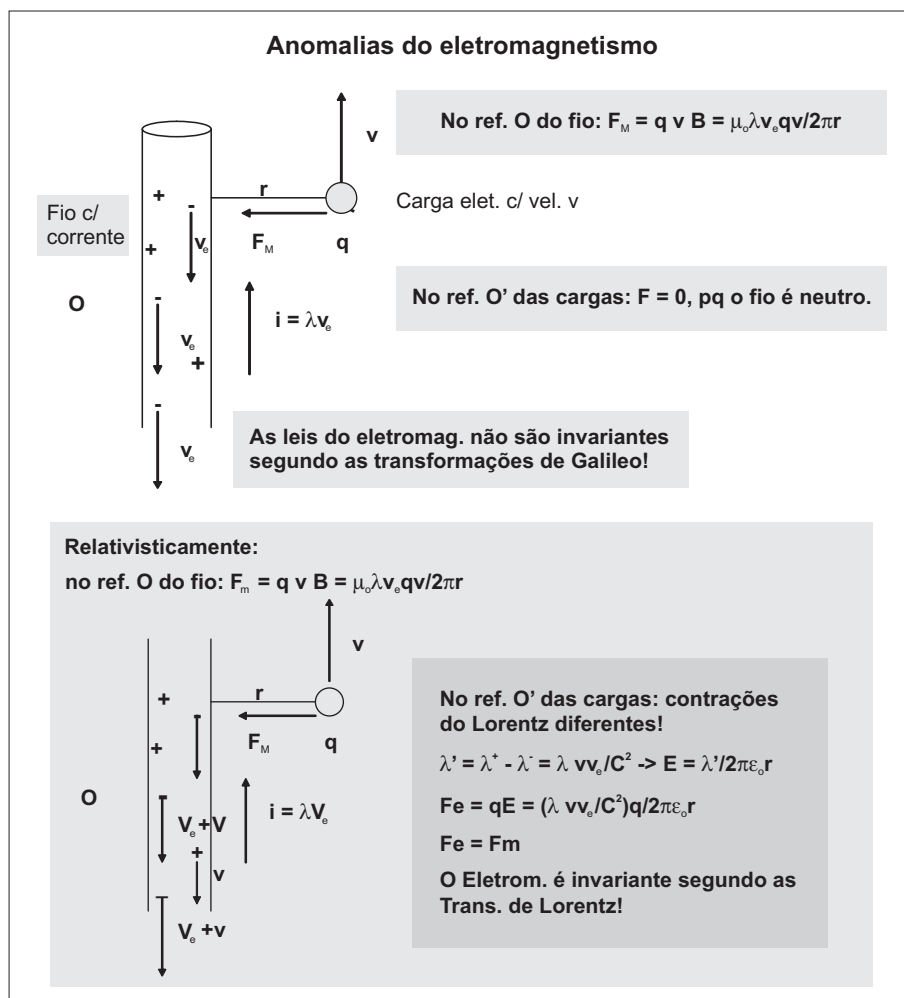
um ponto. Este fenômeno foi interpretado anteriormente de forma distinta por Lorentz, sendo por este motivo denominado de “contração de Lorentz”[12].

4 - Se um passageiro move-se com vel. **u** em relação a um trem que se move com vel. **v** em relação à estação, a vel. **v’** do passageiro em relação à estação será dada pela expressão: $\mathbf{v' = u \oplus v}$ onde a operação de adição $\oplus$ significa $\mathbf{u \oplus v = (u+v)/(1+uv/c^2)}$, chamada de adição relativística de velocidades. Se na expressão anterior, uma das velocidades for **c**, a adição de velocidades relativística dará **c** também, isto é, $\mathbf{c \oplus v = c}$, para qualquer valor de v. Isto significa que, com respeito à operação de adição relativística, a velocidade da luz jamais poderá ser ultrapassada, sendo assim um limite universal para todos os processos de transformação ocorridos na natureza[13].

5 - As grandezas que se conservam (ver cap. III) numa colisão elástica devem ser reescritas: a quantidade de movimento (ao invés de mv) passa a ser $\mathbf{p = m_o\, v/(1 - v^2/c^2)^{1/2}}$ e a energia cinética (ao invés de ½ mv^2), passa a ser $\mathbf{Ec = (m - mo)c^2}$, onde $\mathbf{m = m_o/ (1 - v^2/c^2)^{1/2}}$ é a chamada massa relativística que tenderá ao infinito se a velocidade do corpo se aproximar da velocidade da luz c[14].

As cinco consequências silogísticas da TRE, descritas acima, violam fortemente o senso comum abalizado pelas experiências sensoriais cotidianas, e, por outro lado, a TRE não teria nenhum respaldo epistemológico na experiência de Michelson-Morley, como preferem supor historiadores de peso como Pais[15], Jammer[16], além do próprio Kragh. Ocorre-me, portanto, propor que estes dois fatos enfraquecem novamente a tese empirista clássica de que todo conhecimento resulta de experiências prévias. Não estaria assim a TRE fazendo a balança pender novamente para o lado do racionalismo? Sugiro que esta questão, de suma relevância não só para a Física como para a Filosofia, seja apresentada e debatida nas salas de aula onde se introduz a TR. Tais questões aguçam a mente dos aprendizes, estimulando-os a fazerem por si próprios os cálculos matemáticos que levaram às dramáticas consequências dos postulados da TRE, bem como lhes possibilitará um entendimento das transformações de Lorentz como corretas representações da realidade física, e não apenas fórmulas heurísticas que salvam os fenômenos eletromagnéticos.

A invariância das leis do eletromagnetismo e o falso relativismo

Os fundamentos da TRE foram apresentados na primeira parte, mais especificamente nos seus dois postulados. O título do trabalho *Sobre a Eletrodinâmica dos corpos em movimento* fica justificado apenas na segunda parte, na qual Einstein deduz as transformações do campo elétrico e magnético, mostrando que, assim como o espaço e o tempo, eles são individualmente relativos ao estado de movimento do observador, embora a lei que governe os fenômenos eletromagnéticos, assim como a força total eletromagnética **F**= q**E** + q**v** x **B**, permaneçam invariantes (ver as **Figuras V-3**):

Figuras V-3

Como o Eletromagnetismo não é invariante segundo as transformações de Galileo, mas, sim, com as transformações de Lorentz, ocorrendo o inverso com a mecânica newtoniana, Einstein se deparou com três possibilidades. Ao contrário dos físicos de sua época, ele optou pela Hipótese 3. (ver **Figura V-4**)

Eletromagnetismo, mecânica ou princípio da relatividade?

- Hipótese 1 - O princípio da invariância (Trans Galileo) vale para a Mecânica, mas não para o Eletromagnetismo -> teoria do éter
- Hipótese 2 - O princípio da invariância (Trans Galileo) vale para a Mecânica e p/ o eletromag., mas este último deve ser modificado -> teoria da emissão.
- Hipótese 3 - O principio da invariância vale para a Mecânica e p/ o eletromag., mas as transformações são de Lorentz, e mecânica deve ser modificada -> teoria da rel.

Figura V-4

> De acordo com a teoria de Einstein várias grandezas físicas são relativas ao movimento do observador, mas outras (como a carga elétrica, a velocidade da luz), bem como, as leis fundamentais da Física permanecem as mesmas, sendo essas invariâncias, fundamentais. Por esta razão, Einstein originalmente preferiria denominar a sua Teoria da Relatividade Especial de "teoria invariante", um nome que poderia evitar muitos equívocos. O nome "Teoria da Relatividade" foi introduzido por Planck em 1906, e rapidamente tornou-se aceito. Ironicamente, Planck considerava que a essência da teoria de Einstein era seu caráter absoluto e não relativo[17].

A TR restitui assim o absoluto e o invariante que existe na natureza, e assim o físico Arnold Sommefeld insurge-se também contra a denominação dada por Planck, achando, da mesma forma, que a expressão pode suscitar equívocos:

> A expressão "Teoria da Relatividade" foi uma escolha infeliz. Sua essência não é a relatividade do espaço-tempo, mas a independência das leis da natureza em relação ao ponto de vista do observador. Essa denominação precária levou o público a acreditar, erroneamente, que a teoria implica em uma relatividade de concepções éticas, mais ou menos como o Além do bem e do mal, de Nietzsche[18].

Já o próprio Einstein assim se expressou:

> O princípio universal da Teoria da Relatividade restrita está contido no postulado: as leis da Física são invariantes em relação às transformações de Lorentz. (...) Este é um princípio restritivo para as leis naturais, comparável ao princípio restritivo da não-existência do perpetuum móbile que é a base da termodinâmica[19].

Depreende-se assim das três citações acima que a TRE se caracteriza *muito mais pela invariância das leis da natureza do que pela relatividade do espaço-tempo,* parecendo assim o consagrado título sugerido por Planck, um equívoco, sendo "Teoria da Invariância", mais adequado.

Sugiro que este ponto mereça dos mestres uma atenção especial, evitando que os aprendizes façam da teoria de Einstein uma bandeira para os relativismos éticos, morais e estéticos, tão em voga atualmente nos meios culturais contemporâneos, passando aos jovens a ideia de um "*vale-tudo porque Einstein disse que tudo é relativo*".

Einstein conhecia a experiência de Michelson-Morley?

Uma vez que me parece ser uma das questões principais deste capítulo, volto ao tema da influência, ou não, da experiência de Michelson-Morley sobre a gênese da TRE. Creio ser interessante citar neste trabalho Adolf Grünbaum, filósofo da ciência empirista, que defende o ponto de vista diametralmente contrário ao de Kragh, e que não gostava nada da ideia de que Einstein houvesse autorizado o bioquímico M. Polanyi a afirmar certa vez que "*o experimento de Michelson-Morley teve um efeito insignificante sobre o descobrimento da relatividade*". Grünbaum passa a recordar que, no começo de seu trabalho de 1905, Einstein menciona "*os intentos infrutíferos de descobrir algum movimento da Terra com relação ao meio luminífero*", e critica o próprio autor da TR que teria autorizado o referido bioquímico a desqualificar a experiência de Michelson-Morley:

> A menos que nos proporcionem alguma outra explicação coerente com a presença desta última afirmação de Einstein no texto de 1905, não há dúvida de que compete a todos aqueles historiadores da TR que negam o papel inspirador dos experimentos de Michelson-Morley, dizer-nos especificamente que outros "intentos infrutíferos de descobrir algum movimento da Terra com relação ao meio lumíniforo", tinha Einstein aqui em mente. **Esta**

> **obrigação deveria haver sido assumida já pelo próprio Einstein (sic!)** ao autorizar, em idade madura, a afirmação de Polanyi[20].

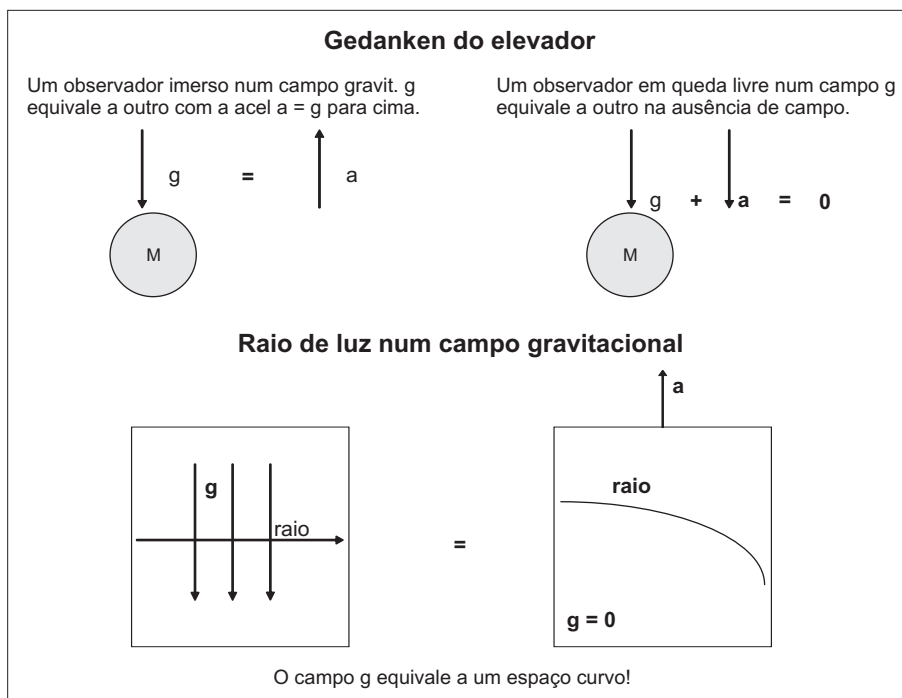
A citação acima soa quase como um desafio desesperado lançado para a grande maioria de historiadores que, como Kragh, nega à experiência de Michelson-Morley um valor epistemológico decisivo na gênese da TRE. A renitente postura de Grünbaum, e outros epistemólogos norte-americanos, a favor da experiência de Michelson, tem, no entanto, outra possível explicação: seria menos de caráter filosófico do que a de enaltecer o papel que a incipiente física norte-americana do final do séc. XIX teve na história e no desenvolvimento da TR. Voltarei a abordar este tema específico, na seção *Aceitação da Teoria da Relatividade*, acreditando, no entanto, que devido à sua complexidade, e grau de controvérsia, mereceria um capítulo à parte...

Da Relatividade Especial à Geral

Não tardou muito para que a TRE fosse aceita mundialmente, e não obstante haver algumas resistências localizadas em alguns países, já em 1911 era tida, pela grande maioria das comunidades científicas, como a mais correta descrição da realidade física. Mas apesar do rápido êxito de sua teoria, Einstein não estava ainda satisfeito, pois a TRE privilegiava uma restrita família de referenciais, em movimento retilíneo uniforme, uns em relação aos outros. Como estamos vendo e como veremos exaustivamente nos próximos capítulos, ele era um realista convicto, vendo a natureza como uma construção racional em si mesma, e não pelo que os homens e suas teorias a ela atribuíam. Afinal, desde Copérnico, a Terra deixou de ser o centro estático do universo, mas tão-somente um pequeno planeta acelerado em torno do Sol. Portanto, na mente do físico, não poderia caber uma teoria que não fosse invariante em relação a todos os sistemas de referência, fossem eles acelerados ou não. Além disso, na TRE, o campo gravitacional ficava de fora e esse fato incomodava Einstein, particularmente. A chave-mestra para a generalização da TRE ocorreu a Einstein em 1907, dois anos depois da publicação de "*Sobre a eletrodinâmica...*", na forma de um *insight* extremamente simples:

> Meu primeiro pensamento sobre a TRG foi concebido em 1907. Entendi que todas as leis, com exceção da lei de gravidade poderiam ser discutidas no contexto da TRE. Eu queria descobrir a razão para tal, mas não conseguia atingir meu objetivo, facilmente. A idéia esclarecedora veio repentinamente.

> Estava sentado numa cadeira do meu escritório no Registro de Patentes de Berna. De repente, um pensamento golpeou-me: se um homem cair em queda livre ele não sentirá seu peso. Fiquei surpreso. Esta simples experiência mental causou-me profunda impressão. Isto me levou à teoria da gravidade[21].

O que Einstein relata é a ideia original do princípio de equivalência que pode ser entendido como a impossibilidade de um experimento físico distinguir um campo gravitacional uniforme de um sistema de referência acelerado uniformemente no sentido contrário ao do campo. Em suma, alguém imerso, e em repouso, num campo gravitacional para baixo fará as mesmas observações que outro observador acelerado para cima, no espaço vazio. Por outro lado, um observador em queda livre num campo gravitacional, não sentirá nenhum efeito gravitacional. Einstein entendeu assim que poderia substituir qualquer referencial acelerado por outro em repouso em um campo gravitacional, e vice-versa, qualquer efeito da gravitação seria idêntico ao de uma observação feita a partir de um referencial acelerado. Esse lampejo não só levou-o à TRG como também a suprimir a secular dicotomia newtoniana entre sistemas de referência inerciais e não inerciais (ver **Figuras V-5**).

(Figuras V-5)

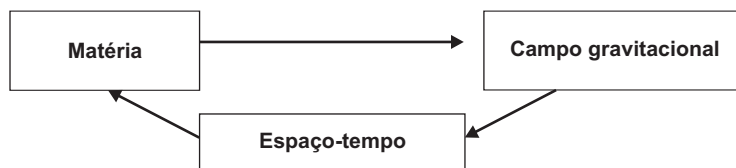
Assim, três consequências decorrerão imediatamente:

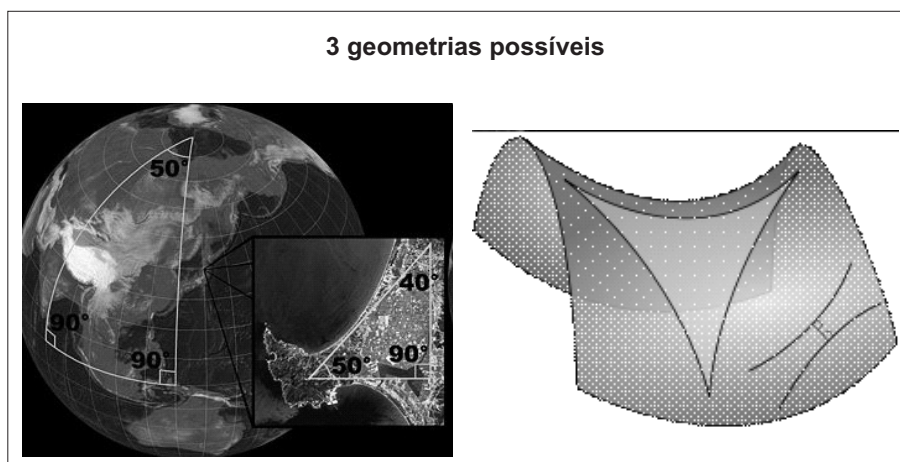
a) Um raio de luz passando pelas vizinhanças de uma grande massa deverá ser por ela defletido.

b) Um relógio posto em um campo gravitacional intenso baterá mais lentamente, e de forma análoga, um campo intenso fará a emissão de um átomo tender para o vermelho. A este efeito denominou-se de *red shift*. A expressão deduzida por Einstein para o desvio para o vermelho é $\Delta\lambda/\lambda = \Delta\Phi/c^2$ onde λ é o comprimento de onda da radiação emitida e $\Delta\Phi$ é a diferença de potencial gravitacional entre o ponto de emissão e o de recepção da radiação.

c) Um planeta próximo do Sol terá a precessão de seu periélio, maior que a prevista pela teoria clássica.

Após este *insight* inicial, Einstein passou a trabalhar duramente até 1911, quando formulou uma primeira, e não definitiva versão, da TRG com a qual previu uma deflexão de 0.83" para um raio cruzando o Sol. A partir de então, em novo lampejo de gênio, compreendeu que o raio não foi simplesmente encurvado por uma força, como se admite classicamente, mas que seguiu uma geodésica num espaço-tempo encurvado pela distribuição de matéria, situada na vizinhança.

Em suma, a matéria determina a curvatura do espaço-tempo, desta forma, os corpos materiais, os campos gravitacionais e o espaço-tempo, teriam uma estrutura unificada por uma interdependência que o esquema abaixo visa simplificar:

No esquema acima, a matéria produziria o campo gravitacional que seria a geometria do espaço-tempo onde, por sua vez, estaria localizada a matéria, e ao longo do qual passariam as ondas eletromagnéticas. No capítulo seguinte, voltarei a refletir, com mais cuidado filosófico, sobre a unidade pretendida por Einstein entre espaço-tempo, matéria e campos, relacionando-a a uma possível influência do spinozismo.

O elemento de linha relativístico invariante segundo uma transformação de Lorentz que na TRE é escrito como $\mathbf{ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 - c^2dt^2}$, num espaço encurvado pela matéria passa a ser escrito: $\mathbf{ds^2 = \Sigma_{\mu\nu}\, g_{\mu\nu}\, dx^\mu\, dx^\nu}$, onde $\mathbf{g_{\mu\nu}}$ é o tensor métrico que será determinado pela distribuição de matéria. Por sua vez, $\mathbf{g_{\mu\nu}}$ descreve a geometria do espaço-tempo, determinando a geodésica que um raio de luz seguirá. Em suma, a partir de então a geometria dependeria da matéria e vice-versa. Assim, a geometria euclidiana deixaria de ser a única representação possível para a estrutura do espaço, abrindo-se possibilidades a outras geometrias curvilíneas em que a soma dos ângulos de triângulo pode ser maior ou menor que 180º (ver **Figuras V-6**).

Figuras V-6

Foi em 1915 que Einstein viu seu titânico esforço coroado com a publicação definitiva da TRG:

> Seu trabalho foi concluído durante o verão e o outono de 1915 e em novembro do mesmo ano, Einstein o apresentou à Academia de Ciências de Berlim, na sua forma final de uma teoria gravitacional covariante, escrevendo a seu amigo, o físico A. Sommerfeld: "esta foi a mais importante descoberta que fiz ao longo de toda a minha vida"[22].

Restava agora submeter a recém-nascida TRG às provas experimentais. Os três efeitos decorrentes como consequências imediatas da teoria deveriam ser comprovados, com boa margem de precisão. E foi o que ocorreria durante

os anos subsequentes. Para não nos alongar demasiadamente, resumirei que em 1919 o astrônomo britânico Sir Arthur Eddington comandando uma equipe a Sobral (Ceará), quando aí ocorreu um eclipse solar, confirmou uma deflexão de 1,7" para o raio de luz proveniente de uma estrela situada "atrás" do Sol. O resultado estava em excelente concordância com a nova versão da TRG (um valor aproximadamente o dobro do previsto por Einstein com sua primeira teoria de 1911). (ver **Figura V-7**)

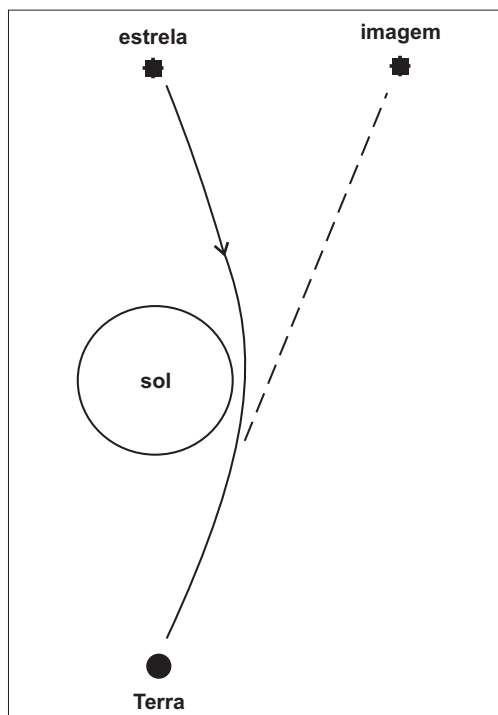



Figura V-7

Quanto à precessão do periélio de Mercúrio, a TRG estava em excelente concordância com os 47"/séc., conhecidos desde o séc. XIX. Faltava apenas a confirmação do *red shift* que tardou um pouco mais, devido às dificuldades experimentais. Estas se deviam ao fato de que a luz medida provinha do interior do Sol e o efeito ficava mascarado pelo efeito Doppler. Entretanto, em 1920, dois experimentalistas da Universidade de Bonn, Albert Bachen e Lenhard Grebe, superaram as dificuldades, confirmando a hipótese.

A aceitação da Teoria da Relatividade Geral

Estava assim aberto o caminho para a consagração da TRG, embora isto não tivesse ocorrido de forma tão rápida e explícita, como poderia se esperar. Além dos testes experimentais, a TRG teve de se submeter a resistências de natureza cultural, política e até religiosa, que em cada país tinha matizes próprios. Sucintamente resumirei que, na França, nos primeiros anos que se seguiram, a TRG foi recebida com silêncio e indiferença, atribuídos, segundo Kragh, ao arcaico sistema de ensino e pesquisa vigente no país, na primeira metade do século passado, bem como, a um não disfarçado nacionalismo que conferia a Poincaré a autoria de uma teoria superior.

Nos Estados Unidos não só a TRG como a, já tida clássica, TRE, sofreram a resistência de uma cultura francamente dominada pelo indutivismo empirista que rejeitava quaisquer teorias que não tivessem sido obtidas por indução de resultados experimentais, e, por outro lado, resultassem em consequências experimentais que ferissem o senso comum. As duas TR tinham exatamente essas características, o que levou os físicos Millikan e Maggie a criticá-las duramente. A postura de Grünbaum e seus seguidores, anteriormente relatada, reforça essa hipótese.

Na Inglaterra foi só depois de 1919, com a consagradora expedição de Eddington ao Brasil, que a TR deixou de sofrer a resistência de uma comunidade científica solidamente arraigada nos conceitos de éter luminíforo, herança deixada pelo grande Maxwell. A partir de então, a teoria de Einstein ganhou, na figura do astrônomo britânico, um poderoso aliado.

Na ex-União Soviética até a década de 1930, antes da consolidação do poder estalinista, a TR teve imediata aceitação, em parte favorecida pelos trabalhos afins desenvolvidos por Ehrenfest e Friedmann. Até o advento dos comissariados, a TR foi tida como compatível com o materialismo dialético, pois afinal ela tornava o espaço-tempo uma entidade materializada pela distribuição de energia e massa do universo.

Foi na Alemanha, berço da TR, que esta sofreu as mais contraditórias manifestações. Se por um lado, a grande maioria dos físicos de envergadura a aceitou com rapidez e entusiasmo, por outro, um grupo reacionário (*right wing*, como os designa Kragh), liderados pelos "prêmios Nobel", Phillip Lenhard e Johannes Stark, além do experimentalista Ernst Gerhcke, a rechaçou com uma corrosiva veemência que transcendia, em muito, a mera contestação

baseada em argumentos científicos. As manifestações tinham um cunho nitidamente ideológico, se não visivelmente racista. Segundo esse grupo, a TR subvertia a ordem clássica em que deveria se sustentar a Ciência, introduzindo, através de axiomas não demonstrados, elementos especulativos, além de que não possuía em sua gênese dados empíricos seguros, culminando com consequências absurdas que ferem o senso comum, e também não podendo ser verificadas experimentalmente como, por exemplo, o paradoxo dos gêmeos e a contração de objetos. Segundo esse grupo, essas características eram próprias de uma "cultura especulativa judaica" em franca oposição aos valores éticos e morais do que deveria ser uma "sociedade ariana". Segundo M. Jammer[23], o grupo liderado por Lenhard e Stark, acreditava que essa cultura especulativa tinha raízes em livros como o Talmude[24], que se propõe a interpretar a Bíblia, introduzindo-lhe elementos duvidosos...

Kragh aborda também esse episódio:

> Desde 1920, a cruzada germânica contra a TR recrudesceu com um "Encontro anti-Einstein" em Berlim, organizado por Paul Weyland, um ativista político, e com Gerhcke como locutor. O encontro provocou uma dura resposta de Einstein em que ele denunciou que o anti-semitismo fazia parte da cartilha dos anti-relativistas[25].

Finalizo esta introdução histórica acerca da gênese da TR, retornando à questão do termo de autoria de Planck, *Teoria da Relatividade,* e dos vários equívocos que isto suscitou. A partir da década de 1920, a TR era contemplada com manchetes da grande imprensa mundial e proliferavam os títulos de livros de divulgação sobre o tema. A maioria deles, de qualidade duvidosa. Não faltaram piadas e um vasto folclore sobre a "relatividade das coisas e do tempo". Um relato pitoresco afirma que a TRE com suas dilatações temporais e contrações espaciais teria sido concebida por Einstein no interior de um trem, enquanto que a TRG seria gestada dentro de um elevador em queda livre que felizmente o físico nunca chegou a experimentar...

Meu pai costumava contar-me que "1 hora em companhia de uma bela mulher passava como se fosse 1 minuto e que em contrapartida, 1 minuto em presença de uma mulher desagradável, parece arrastar-se por 1 hora, sendo isto uma consequência da relatividade de Einstein!". Esta anedota é uma adaptação da explicação sobre "o que era afinal a TR" que, de fato, Charles Chaplin pediu a Einstein, apenas com a mulher desagradável (ou feia em outras versões) sendo substituída pelo físico por um "sentar-se sobre um

fogão aceso". Obviamente Einstein não quis ser indelicado com as mulheres feias... Bem, o que seria da História sem a ficção, o folclore e o humor que alimentam o imaginário dos homens, conferindo aos grandes eventos históricos uma aura de realidade fantástica... Recomendo, pois, aos mestres de Física que realcem sempre os elementos pitorescos de uma teoria científica, exercitando, sempre que possível, com seus aprendizes, uma boa dose de bom-humor... , pois, já havia sido dito por Spinoza que a alegria e a felicidade andam de mãos dadas com o conhecimento e o bom aprendizado.

CAPÍTULO VI

ENCONTROS METAFÍSICOS DE EINSTEIN COM SPINOZA: UMA DIDÁTICA SPINOZISTA DA TEORIA DA RELATIVIDADE

Creio que estamos aptos a adentrar num dos núcleos centrais do problema abordado neste livro, qual seja, caracterizar as afinidades e os pontos de tangência entre o programa de pesquisa científica de Einstein e a metafísica de Spinoza, para assim vislumbrar horizontes multidisciplinares, não só para uma filosofia, como também para uma pedagogia da Teoria da Relatividade (TR). Os capítulos anteriores encontrarão aqui o seu ponto de convergência e equilíbrio.

Procurar-se-á então estabelecer até que ponto o pensamento de Einstein em sua totalidade e, em particular, a TR, possui afinidades com a obra de Spinoza. É evidente que existe uma grande diferença de épocas e contextos separando os dois pensadores, o que faz com que as analogias devam ser feitas com cautela. Ainda assim, arriscarei dizer que a TR, notadamente ao que se refere à concepção do espaço-tempo, como cenário de coisas existentes e conectadas através de um princípio ontológico de causalidade, possui elementos em comum com a metafísica de Spinoza. A ideia de uma Natureza, cujas leis não podem depender de como são descritas ou conhecidas por observadores em estados particulares de movimento, e, portanto, em estados

particulares de relação com o mundo, parece-me um forte elemento comum. Vislumbrarei a possibilidade de que esse princípio, introduzido na TR na forma de seu primeiro postulado, possa ser entendido como uma projeção de algo ainda mais essencial de uma metafísica que pressupõe a natureza como causa e razão de si própria, não podendo assim submeter-se às intenções ou vontades humanas, estas, sim, submetidas a um princípio ontológico de causalidade estendida.

Refletirei, pois, que tanto a Ética de Spinoza como a Relatividade de Einstein buscam um fundamento único, substrato do Real, descentralizando o papel do observador, e com isso a ideia de tempo perde o seu sentido de ordenação absoluta, correspondendo a uma sequência relativa de afecções corpóreas do observador, imaginariamente numeradas segundo antes, agora e depois. Enfatizar-se-á que também a duração será resgatada nos dois sistemas, com o sentido originário de tempo como comparação entre existências, resultando relativas à ordem e frequência de como são produzidas as afecções no corpo (relógio) dos observadores.

Operando analiticamente, em cada um dos sistemas de pensamento, do geral ao particular, apresentarei uma introdução de alguns aspectos do pensamento spinozista, que presumivelmente teriam influenciado a chamada religião cósmica de Einstein, para, em seguida, poder perceber nos postulados, e nas consequências da TR, alguns elementos metafísicos comuns, já pincelados acima. Procurarei então refletir que, a partir dos postulados da TR, deduzem-se conceitos de espaço-tempo e simultaneidade compatíveis com o paralelismo spinoziano entre corpo e alma. Em Spinoza esses conceitos, ao contrário do que ocorre na Física newtoniana (na qual o espaço-tempo é substancializado) ou ainda no criticismo kantiano (no qual ele é intuído de forma absoluta), surgem paralelamente às sucessivas afecções corpóreas do observador, em movimento relativo às causas dessas afecções. Por outro lado, porei em relevo que a TR resultará incompatível com qualquer teísmo transcendental, que pressuponha uma ação divina instantânea à distância, além de uma simultaneidade absoluta e universal, mas será, no entanto, compatível com o panteísmo imanente de Spinoza, que não requer tais decretos divinos. Finalmente, especularei sobre a possibilidade de que a renitente busca de um Einstein, maduro e consagrado, por uma teoria unificada, poderia ter sido sugerida pelo unitarismo substancial da metafísica spinoziana. Comentarei *en passant*, em que medida Einstein, ao introduzir em sua teoria a constante

cosmológica, assumiu pressupostos metafísicos com vistas a produzir um modelo que descrevesse um universo eterno e estacionário, tal como os atributos divinos da filosofia de Spinoza. Tal fato merece, entretanto, um trabalho mais aprofundado, pois foi um dos episódios mais marcantes e polêmicos da carreira de Einstein.

Seria, no entanto, prudente começar este capítulo alertando aos leitores que não se pretende, aqui, descrever fatos biográficos que caracterizariam a influência que o pensamento de Spinoza teria exercido sobre Einstein, ou seja, não se propõe reunir documentos comprobatórios, para estabelecer as evidências dessa influência. Para tal, este livro teria de prolongar-se muito além de meus objetivos, adentrando por competências de historiador que me são, por ora, inacessíveis, além de obrigar-me a apresentar provas documentais às quais não tive acesso. Assim, com o aval de biógrafos mais qualificados, e mais bem equipados (Paty, Schilpp, Pais, Jammer, Papp, dentre outros), quaisquer influências spinozianas, porventura exercidas sobre Einstein, serão tidas inicialmente como um pressuposto. Desta forma, as citações, bem como as manifestações de apreço do físico em relação ao filósofo, serão consideradas tão-somente como indícios, e não como evidências do presumível spinozismo do pensamento científico einsteiniano. Isto será sugerido por outra via: a da reflexão filosófica operada no interior da TR. Não se trata, portanto, de uma tentativa de perscrutar a vida de Einstein, mas de uma reflexão metafísica acerca dos elementos essenciais comuns às obras dos dois pensadores. Para evitar equívocos ou falsas expectativas, enfatizo que, como influências spinozianas diretas pressupõem o estabelecimento de nexos causais ao longo da vida de Einstein, validados com documentos que não disponho; contentar-me-ei em fazer com que o leitor vislumbre as afinidades filosóficas que julgo existir entre os núcleos centrais desses dois sistemas de pensamento, e, caso seja ele professor, que as possa transmitir aos seus aprendizes. Tais afinidades serão muito mais abduzidas do que deduzidas ou induzidas factualmente. Ao invés de provas cabais dessa relação, buscar-se-ão indícios, pistas, pegadas metafísicas.

Creio também que a identificação de elementos metafísicos, comuns em Spinoza e Einstein, poderá contribuir para um melhor entendimento da TR, geralmente ensinada nas salas de aula como uma construção interna da Física, e, portanto, gerada a partir de pressupostos apenas necessários à dinâmica evolutiva da Ciência pura. Esboçar-se-á uma percepção multidisciplinar da

TR, acompanhada por uma proposta alternativa de seu aprendizado, já posta em prática ao longo de minha trajetória docente. Peço assim vênia aos leitores pelos (não poucos) trechos em que a especulação filosófica poderá sobrepor-se à narrativa factual histórica, esboçada no capítulo anterior.

O "Spinoza de Einstein": um paralelismo biográfico e filosófico

Tentarei inicialmente resumir algumas ideias de ordem geral da metafísica de Spinoza que supostamente influenciaram o pensamento de Einstein, aqui representado por algumas citações que podem ser indícios desta influência. Essas ideias, que aqui serão resumidas, serão notadamente a desantropomorfização, infinitude, unidade e imanência divinas; a causalidade não mecanicista, o realismo, o paralelismo entre as afecções corporais e as ideias da mente; elementos estes que resultarão, na obra de Einstein, numa invariância das leis da natureza, numa rigorosa causalidade transportada por sinais eletromagnéticos que, alçados à condição ontologicamente central de invariantes mensageiros universais, transformam o universo num bloco de eventos observáveis. A relativização do espaço-tempo, e uma busca febril pela unificação dos princípios da Física, também serão tidos como consequências de uma ontologia que situa a natureza em primeiro plano.

Como já foi suficientemente caracterizado nos capítulos I e II, Spinoza rejeitava a concepção teísta tradicional de um Deus criador transcendente ao universo, negando-lhe ainda quaisquer propósitos ou finalidades. Viu-se também que, na obra do pensador luso-holandês, o universo e a natureza confundem-se com Deus, sendo regidos por leis imutáveis de causa e efeito, e não de acordo com intenções divinas deliberadas ou sobrenaturais. Embora, ao longo da Ética, Spinoza empregasse constantemente o termo Deus, só o aplicava a uma substância cujas modificações infinitas seriam a estrutura e as leis que regem a ordem cósmica impessoal, negando também à ideia divina, quaisquer princípios de vontade, bondade, providência, finalidade, pois os considerava tão-somente representações ou expectativas humanas. Paty[1] enfatiza que para Spinoza, Deus, como *causa sui*, não pode ser onisciente, piedoso ou sábio, sendo a suposta vontade divina não mais que um refúgio da ignorância humana, e a teleologia tida como preconceito antropocêntrico.

Mas ninguém melhor do que o próprio Spinoza para aclarar o que podemos chamar de "desantropomorfização" das ideias de bem e de mal:

> (...) tudo o que na natureza nos parece ridículo, absurdo ou mal, não tem essa aparência senão porque nós conhecemos as coisas somente em parte, e ignoramos na maior parte a ordem da natureza inteira e as ligações que há entre as coisas, de modo que queremos que tudo seja dirigido conforme a nossa razão, e, contudo o que a razão afirma ser mau não o é, se considerarmos a ordem e as leis do Universo, mas unicamente se atendermos somente às leis de nossa natureza[2].

Com Spinoza, todos os valores antropocêntricos são destronados, tendo-se a primeira crítica rigorosa acerca da existência ontológica do bem e do mal, podendo haver apenas o "bom" e o "ruim" na vida prática humana. "O bem e o mal estão no nosso entendimento e não na natureza, sendo assim entes da razão". A moralidade e a obediência são varridas para fora, em prol da liberdade e do conhecimento, pois é este último que nos permite saber o que é "bom ou "ruim", enquanto apenas modos. Einstein, em perfeita ressonância, converge para essas ideias quando, num texto de 1930, escreve:

> A leitura de alguns livros científicos populares convenceu-me que **a maioria das histórias da Bíblia não poderia ser real** (...) Essa experiência fez com que passasse a desconfiar de todo o tipo de autoridade, adotando uma atitude céptica quanto às convicções vigentes em qualquer ambiente social específico - uma atitude que jamais abandonei, embora mais tarde **tenha sido amenizada por uma visão mais perfeita das conexões causais**(...) Além de mim, **fora de mim, estava o mundo imenso, que existe independente dos seres humanos** e que se nos apresenta como um enorme e eterno enigma, em parte acessível à nossa observação e ao nosso pensamento. A contemplação desse mundo acenava-me como uma força libertadora, e percebi que **muitos daqueles a quem aprendera a respeitar e admirar** haviam encontrado, por esse meio, liberdade interior e a segurança. (...)[3] (Os grifos feitos na citação acima têm por finalidade realçar os aspectos comuns anteriormente apontados.)

Spinoza reformulou, portanto, a concepção judaico-cristã de um Deus, pessoal, transcendente, voluntarioso ou providencial. O que a Bíblia descreve como milagres ou intervenções de Deus, Spinoza considerava como o curso da natureza em sua permanente atividade e atualidade. Algumas referências de Einstein, de caráter geral, embora não explicitamente evidentes, parecem sinalizar para o fato de que a sua chamada "religião cósmica" convergia para elementos spinozianos como a necessidade de uma hermenêutica bíblica, a

causalidade restrita e uma realidade inteligível, e em parte cognoscível, independente do homem que a quer conhecer:

Sabe-se que, em 1903, o físico tomara conhecimento da Ética, tornando-se, a partir de então, um dos mais ilustres leitores e admiradores desta obra. Segundo Abraham Pais[4], foi somente em 1903 que Einstein, então com 24 anos, juntamente com o amigo Max Talmude e outros, travaram conhecimento com a obra de Spinoza. Juntos constituíram uma espécie de confraria à qual denominaram de Akademia Olímpia, onde:

> (...) Jantavam juntos, geralmente entretendo-se enormemente, e discutiam Filosofia, Física e literatura, de Platão a Charles Dickens. Estudaram a Ética de Benedictus Espinosa, o Tratado sobre a natureza humana de David Hume, o sistema lógico de John Stuart Mill e a crítica da experiência pura de Richard Avenarius[5].

Em um de seus textos acerca do aparente conflito entre a Ciência e a Fé, Einstein criou o termo "religião cósmica" com uma conotação muito semelhante à ideia spinoziana. Portanto, não será despropositado assegurar que Spinoza, na citação acima, tenha sido um dos "*muitos daqueles a quem aprendera a respeitar e admirar*", fato esse sugerido pelo texto abaixo:

> É muito difícil esse sentimento (a religiosidade cósmica) a qualquer um que seja totalmente desprovido dele, especialmente porque não há uma concepção antropomórfica de Deus que lhe corresponda. Os gênios religiosos de todas as eras distinguiram-se por esse tipo de sentimento religioso, que não conhece dogma ou Deus concebido à imagem do homem; assim não pode haver igreja cujos ensinamentos centrais sejam baseados nele. Por isso é precisamente entre os hereges de cada era que encontramos homens imbuídos desse elevado tipo de sentimento religioso e foram em muitos casos vistos por seus contemporâneos como ateus, às vezes como santos. **Vistos sob esta luz, homens como Demócrito, São Francisco de Assis e Spinoza ficam proximamente ligados** (...) Em minha opinião, a função mais elevada da arte e da ciência é despertar esse sentimento (...) Assim chegamos a uma concepção da relação entre ciência e religião muito diferente da comum. Quando encaramos a questão historicamente, ficamos inclinados a ver a ciência e a religião como antagonistas irreconciliáveis, e por um motivo muito óbvio. **O homem que está completamente convencido da operação universal da lei da causalidade** não pode por um instante sequer admitir a idéia de um ser que interfere no curso dos eventos (...) É, portanto fácil ver porque as igrejas sempre combateram a ciência e perseguiram os seus devotos. Por outro lado, defendo que o sentimento religioso cósmico é o motivo mais forte e mais nobre para a pesquisa científica (...) Um

> contemporâneo disse que nesta nossa era materialista os cientistas sérios são as únicas pessoas profundamente religiosas (...)[6].

Como vimos no capítulo II, Deus, para Spinoza, é definido como uma substância infinita, ilimitada, dotada de infinitos atributos dos quais apenas dois seriam acessíveis ao nosso entendimento: a extensão e o pensamento. O mundo, tal qual o vemos, é constituído por entes finitos que Spinoza denomina de *modos*, ou seja, modificações singulares da substância que a manifestam, sob dois atributos distintos, como coisas extensas (matéria) e como coisas pensantes (ideias). Deus é uma coisa extensa e pensante assim como seus modos. Portanto, no sistema spinoziano, a mente pensa concomitantemente ao corpo extenso, quando este é afetado fisicamente, não havendo uma determinação da primeira sobre o segundo, ou vice-versa, simplesmente porque corpo e mente são modos isonômicos e correspondentes da substância, manifestos através de dois atributos distintos. Não há, portanto, nenhuma ideia que não corresponda a um corpo extenso e, vice-versa, onde existir um corpo no espaço haverá também ideias a ele associadas. Assim, qualquer corpo extenso terá ideias correlatas às afecções que sofre dos demais corpos dispostos em sua vizinhança. É importante notar que essas ideias não são ideias humanas acerca de um corpo externo, como poderia se supor na epistemologia kantiana, ou uma sensação, como na filosofia empirista, por exemplo. As ideias a que se refere o pensador luso-judeu são afecções singulares da substância que se exprime sob seu atributo pensamento, e que ocorrem paralelamente às afecções físicas sofridas pelo corpo, sob outro de seus atributos, a extensão. O mesmo se aplica ao corpo humano, e a sua mente associada, que, a não ser pelo fato de poder dispor-se de muitas e variadas formas distintas, não possui nenhuma primazia sobre os demais corpos extensos da natureza (revejam o capítulo II). Portanto, na metafísica de Spinoza, existem ideias associadas ao corpo humano, bem como ideias associadas a qualquer outro corpo extenso. O elogio explícito que Einstein faz a Spinoza, desta feita, não deixa dúvidas quanto à afinidade do físico em relação tanto ao panteísmo quanto ao paralelismo e à isonomia entre corpo e mente (alma):

> Sou fascinado pelo panteísmo de Espinosa, mas admiro ainda mais sua contribuição para o pensamento moderno, por ele ter sido o primeiro filósofo a lidar com a alma e o corpo como uma coisa só, e não como duas coisas separadas[7].

A substância-Deus é o fundamento do Real do qual o homem é, tal qual qualquer outro ente, tão-somente um duplo modo singular finito. O real, expresso por leis eternas da natureza, não pode assim depender de como é descrito, falado, imaginado ou pensado pelo homem, ou qualquer um dos modos, pois que o pensamento é atributo da substância, que se exprime através de seus modos singulares. Assim, para Spinoza, não é o homem que se expressa através de uma linguagem que descreve o seu conhecimento das leis da natureza, mas é esta que se expressa através do homem, quando ele a descreve. Da mesma forma, não é o homem que pensa, mas sim Deus é que pensa através de cada um de seus modos, inclusive a mente humana. Nesse último sentido, a filosofia de Spinoza difere radicalmente do "eu penso" cartesiano, expressão esta de um sujeito pensante ontologicamente central, e aproxima-se do *homologuein* heraclitiano em que o homem ente da *physis* corresponde ao *Logos* (ver capítulo X). E o que se chama vulgarmente de "vontade de Deus", não é mais do que as leis da natureza em ato, e, portanto, a vontade singular do homem (ou de qualquer outro modo) deve também se submeter às leis mais gerais através das quais a natureza evolui como um todo.

Portanto, os homens não possuem, segundo Spinoza, qualquer livre arbítrio, ou seja, vontade ou capacidade de decidir entre aparentes opções, pois que todo o universo segue um curso determinado por suas leis, estas sim universais, invariantes e independentes de como, e por quem, são observadas, uma vez serem elas modos infinitos da substância-Deus[8]

A contingência, o acaso e a liberdade de escolha de nossa vontade, que imaginamos existir, decorrem do desconhecimento total ou parcial das causas em razão das quais nós mesmos ou os outros corpos existem no espaço. Quanto maior o desconhecimento das causas, maior será a contingência aparente. Não poderia ser este o sentido das jocosas palavras de Einstein quando se refere ao desejo de fumar o seu cachimbo? (revejam o capítulo II)

> Sinceramente não consigo entender o que as pessoas querem dizer quando falam sobre a liberdade do arbítrio humano. Sinto, por exemplo, que desejo isto ou aquilo, mas que relação tem isso com a liberdade, eu simplesmente não compreendo. Sinto que desejo acender o meu cachimbo e o faço, mas como posso associar isso à idéia de liberdade? O que está por trás do ato de acender o cachimbo? Um outro ato de arbítrio?[9]

Reciprocamente, um conhecimento adequado das causas leva necessariamente a uma sequência de ideias claras, necessariamente dedutíveis

umas das outras. Um homem e um objeto qualquer não diferem senão pelo grau de complexidade de seus corpos, e das causas que os movem, o que corresponde também a distintos graus de complexidade de suas mentes (capítulo II)[10]. É importante, pois, enfatizar novamente que, para Spinoza, mentes e corpos não pertencem aos homens, ou quaisquer outros modos, mas são modificações, sob atributos paralelos, da substância, cuja essência envolve a existência, pois que esta decorre necessária e suficientemente de sua definição (capítulo II). A ênfase dada, para que se entenda o pensamento científico de Einstein em toda a sua extensão, é para que não se cometa o equívoco muito comum de reduzir a ontologia spinoziana a uma epistemologia centrada no sujeito humano (ver capítulo X).

Dos atributos divinos, deduzem-se os modos infinitos, ou seja, as leis da natureza, e destas resulta o universo modal, do qual fazemos nós, e os objetos que nos cercam, duplamente parte, como extensão (corpo) e como pensamento (mente). Em resumo, para Spinoza, e, como suponho, já num estado mais avançado de certeza, também para Einstein, todos os eventos mundanos são regidos por uma magnífica estrutura de leis e relações necessárias que podem ser postas *sub specie aeternitatis* (sob o aspecto da eternidade), e não por um caprichoso e invisível monarca sentado nas nuvens. Certa vez, Einstein, quando solicitado a escrever um artigo sobre Spinoza, assim se expressou:

> Não tenho conhecimento especializado para escrever um artigo acadêmico sobre Espinosa. Mas posso expressar em poucas palavras o que penso desse homem. Espinosa foi o primeiro a aplicar ao pensamento, ao sentimento e à ação humanas, com rigorosa coerência, a idéia de um determinismo generalizado. Em minha opinião, seu ponto de vista só não ganhou a aceitação geral de todos os que lutam pela clareza e pelo rigor lógico porque não exige apenas coerência de pensamento, mas também uma integridade, magnanimidade e modéstia incomuns[11].

Os axiomas fundamentais do sistema spinoziano são eternos, como os da geometria, deduzindo-se deles princípios necessários e atemporais, resultando daí, como veremos adiante, um tempo, como *modus cogitandi*, ou seja, forma de pensamento associada às afecções do corpo.

Parafraseando Spinoza sobre a possibilidade do conhecimento de Deus, ao invés de uma simples crença num Deus pessoal, Einstein, quando um rabino americano perguntou-lhe se acreditava em Deus, teria respondido:

> O Deus no qual acredito é o Deus de Spinoza, que se revela na harmonia ordeira daquilo que existe, e não num Deus que se interesse pelo destino e pelos atos dos seres humanos[12].

Para ambos, assim, Deus não é objeto de crença, apaziguador de medos nem fonte de esperanças, mas sim de conhecimento.

O homem que se mira no espelho

Em 1894, Einstein, então com 16 anos, perguntava-se o que aconteceria à imagem de um homem que se afastasse de um espelho com a velocidade da luz. Simplesmente a imagem refletida desapareceria, pois a luz não teria como atingir jamais o espelho. Por outro lado, como as ligações moleculares que mantêm qualquer corpo coeso são, assim como a luz, de origem eletromagnética, o homem imaginado por Einstein, antes de perder a sua imagem, deixaria para trás seu próprio corpo. Como imaginar uma mente pensante sem o corpo associado? Poderia ter perguntado Einstein, depois de ter lido a Ética, em 1903. Percebeu assim que a velocidade da luz não era como qualquer outra, uma simples velocidade, mas o próprio limite universal de transmissão dos processos causais, ou seja, um limite para a própria ordem e conexão das coisas ou modos.

Vejamos o que Einstein nos diz acerca do homem que observa um raio luminoso viajando ele próprio com a mesma velocidade:

> Gradualmente perdi a esperança de descobrir as leis verdadeiras (...) Quanto mais me dedicava a esse objetivo, mais me convencia que só a descoberta de um princípio formal universal poderia levar a resultados seguros (...) Após dez anos de estudo, o princípio surgiu, resultando de um paradoxo com o qual me defrontara quando tinha 16 anos: se um raio for perseguido a uma velocidade **c**, observamos esse raio de luz como um campo eletromagnético em repouso, embora com oscilação espacial. Entretanto, aparentemente, não existe tal coisa, quer com base na experiência, quer de acordo com as equações de Maxwell. Desde o início, tive a intuição clara de que, segundo o ponto de vista desse observador, tudo devia acontecer **de acordo com as mesmas leis aplicáveis a um observador que estivesse em repouso em relação à Terra.** Pois, como poderia o primeiro observador saber ou determinar o que está em estado de movimento rápido uniforme?[13]

Essas ideias tiveram uma longa maturação até que, em junho de 1905, no já mencionado artigo publicado na *Annalen der Physik* **17***,* 891-921, *Zur*

Elektrodynamic bewegter Korper (*Sobre a Eletrodinâmica dos corpos em movimento)*, Einstein formularia uma das mais concisas, elegantes e revolucionárias teorias de nossos tempos. Como vimos no capítulo anterior, ele partiria de apenas dois postulados universais e atemporais enunciados sem demonstração, construindo daí uma cadeia silogística com consequências dramáticas não só para todo o entendimento como para a percepção sensorial comum: a desconstrução do espaço e do tempo absolutos.

O primeiro postulado (revejam o capítulo V) é um princípio de universalidade das leis da natureza já enunciado por Galileo, mas que foi mais radicalmente expresso por Spinoza, como vimos antes numa nota de rodapé:

> A Natureza é sempre a mesma; a sua virtude e a sua potência são unas e por todas as partes as mesmas, isto é, **as leis e as regras da Natureza, segundo as quais tudo acontece e passa de uma forma a outra, são sempre e por todas as partes as mesmas**; por conseqüência, a via reta para conhecer a natureza das coisas, quaisquer que elas sejam, deve ser também una e a mesma, isto é, **sempre por meio das leis e das regras universais da Natureza**[14]

Como exemplo, poderíamos perguntar que sentido teria o universo se Paulo dissesse que "nas equações de Maxwell aparece uma constante ***c***" e Pedro, que se move com velocidade ***v*** em relação a Paulo[15], dissesse que "nas mesmas equações aparece uma constante ***c-v***?" Segundo Einstein, se as leis fossem distintas, para os dois observadores se estaria diante de uma subjetividade do universo que se manifestaria de forma distinta para cada observador em estado particular, e o mundo seria convertido em uma Torre de Babel, como nos é aqui sugerido:

> Desde o início, tive a intuição clara de que, (...), tudo devia acontecer de acordo com as mesmas leis aplicáveis a um observador que estivesse em repouso em relação à Terra[16].

A violação do primeiro princípio da Relatividade implicaria também na violação da já comentada proposição VII da Ética II: "*A ordem e a conexão das idéias é o mesmo que a ordem e a conexão das coisas*". Como vimos no capítulo II, a proposição acima estabelece a equivalência entre coisas (modos sob atributo extensão) que se produzem causalmente uma às outras, e ideias (modos sob atributo pensamento), acerca dessas coisas, que decorem logicamente uma das outras. Como a proposição acima exige que a uma

cadeia causal de coisas corresponda **apenas uma** cadeia de ideias, ela estabeleceria um realismo, ou seja, uma universalidade e invariância das leis, em relação a distintos modos singulares. Enfaticamente, repito o esquema abaixo:

$C \rightarrow E$ (a causa produz seu efeito)

$I_C \rightarrow I_E$ (ideia da causa implica na ideia do efeito)

Einstein também formula o seu *ordo et conexio*, da seguinte forma:

> Vejo de um lado a totalidade das experiências sensoriais, de outro, a totalidade dos conceitos e proposições. As relações entre os conceitos e as proposições são de natureza lógica e o processo do pensamento lógico é estritamente limitado à efetivação da conexão entre os conceitos e as proposições entre si, de acordo com regras firmemente estabelecidas, que constituem a matéria da lógica. **Os conceitos e proposições adquirem "sentido" ou "conteúdo" apenas através de suas conexões com as experiências sensoriais**[17].

Entendo assim que o primeiro postulado é compatível, e necessário, aos dois sistemas. As leis da natureza, que podem ser interpretadas como sendo os modos infinitos (imediatos ou mediatos) projetados sob atributo extensão, teriam assim nos dois sistemas estatutos ontológicos, inexistentes no sistema kantiano ou em qualquer sistema dito pós-metafísico.

Em carta dirigida a Schlick ele faz uma clara distinção entre uma realidade objetiva e independente do observador e uma realidade apenas fenomenológica relativa aos diversos observadores. Desta forma, o campo gravitacional ou o espaço, considerados isoladamente, são reais apenas no segundo sentido, enquanto o tensor métrico ou o quadrivetor espaço temporal são reais no primeiro. E completa:

> As leis da natureza só podem ser definidas através de objetos invariantes. A física deve ser formulada com estes e somente eles fazem parte da ontologia da teoria[18].

Como esclarecimento acerca da invariância e universalidade das leis, pode-se imaginar o seguinte exemplo. Se numa geometria plana, na ausência de campos gravitacionais, diz-se que a soma dos ângulos internos de um triângulo é igual dois retos, em outro ponto do espaço, onde há um forte campo

gravitacional (por exemplo, cerca do Sol), como vimos no capítulo anterior, o espaço se encurva e a soma dos ângulos pode ser maior que dois retos. Poderia isto significar que as leis do universo não são as mesmas em sítios diferentes? Estaria assim sendo violada a universalidade das leis? Não, se considerarmos que as equações de Einstein, que estabelecem a curvatura do espaço (o tensor métrico) em função da distribuição local de matéria, podem ser entendidas como sendo ainda mais básicas do que os postulados da geometria euclidiana, sendo válidas em toda a extensão do universo. O realismo einsteiniano (e spinoziano) demanda que, quando uma lei (modo infinito segundo minha interpretação) se reveste de um caráter apenas local ou de validade relativa a um conjunto restrito de observadores, ela perde o seu estatuto de lei da Natureza e deve ser substituída por outra, de caráter universal e invariante, da qual é um caso particular. As leis da natureza adquirem, nesses dois sistemas que estou comparando, um estatuto ontológico, e não apenas epistemológico, com a mera função de organização de um mundo amorfo.

A grande novidade einsteiniana é o segundo postulado, que, como vimos no capítulo anterior, alça a velocidade da luz ao patamar da universalidade que antes não tinha. A velocidade da luz passa a ser o limite universal para todos os processos de transformação ocorridos na natureza. Embora seja quase impossível admitir que Spinoza tenha pensado desta forma, de acordo com a TR, os modos finitos produzir-se-iam uns aos outros, dentro de uma cadeia causal que não pode ultrapassar a velocidade da luz. Em física relativística, diz-se que todo evento tem linhas de horizonte além das quais nada poderemos conhecer, e a essas linhas denomina-se de cone de luz. As regiões externas ao cone não são passíveis de conexão causal com o evento em questão e se denominam *alhures* (ver **Figura VI-1**).

Já vimos que o segundo postulado tem, pelo menos, duas consequências drásticas, e quase incompreensíveis, para a ideia que comumente fazemos do tempo, e que vale a pena recordar: a inexistência de uma simultaneidade universal, tornando os conceitos de passado, presente e futuro, relativos; e durações de tempo distintas para observadores em movimento relativo, implicando que um relógio em movimento torna-se mais lento, quase parando à medida que se aproxima da velocidade da luz.

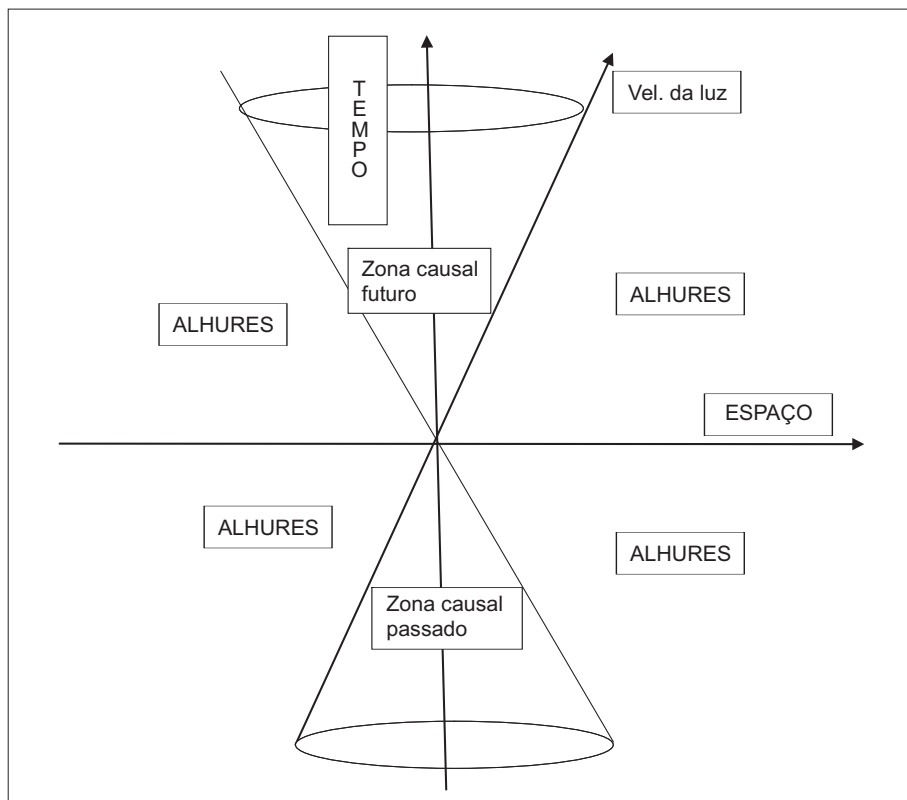



Figura VI-1: o cone de luz

Realismo e monismo

As consequências da Relatividade ferem brutalmente o senso comum, e, portanto, não poderiam ser diretamente obtidas da experiência sensorial, como defenderiam os empiristas clássicos[19]. São assim produto de um pensamento racional disparado pela ideia de um menino de 16 anos que imaginava constantemente um homem viajando à velocidade da luz.

Mas o que mais teria a TR em comum com a filosofia de Spinoza? Há também uma semelhança formal. Como vimos no capítulo anterior, a TR, semelhantemente à Ética e aos Elementos de Euclides, foi construída dedutivamente a partir de axiomas básicos, atemporais, como um *more* geométrico, forma muito utilizada no séc. XVII, contudo muito pouco comum no início do séc. XX. Assim como Spinoza, Einstein foi, desde a infância, um entusiástico admirador da geometria euclidiana.

No entanto, as afinidades entre a obra de Spinoza e a Relatividade aprofundam-se, a meu ver, quando esta última institui o espaço-tempo como cenário de uma rede universal de eventos, que se causam uns aos outros, pelas cadeias infinitas segundo as quais podem ser as coisas criadas, transformadas ou modificadas. Esse cenário causal e determinista, imaginado por Einstein, é muito bem caracterizado por Ilya Prigogine, quando este critica abertamente o monismo determinista que resulta da TR. Curiosamente, as críticas de Prigogine a Einstein estendem-se a Spinoza:

> Espinosa e Einstein estavam acuados em uma forma de monismo. Esse monismo temos dificuldade de aceitá-lo hoje, porque na realidade esse monismo faz do homem um autômato que se ignora. Em meu livro cito uma carta de Einstein a Tagore na qual ele escreve: "Se perguntássemos à Lua porque ela se move ela responderia sem dúvida porque tomou esta decisão. E isso nos faz sorrir. Mas devíamos igualmente sorrir da idéia segundo a qual o homem é livre, porque o determinismo não tem nenhuma razão para se deter no cérebro". O determinismo é a concepção clássica da Ciência transposta para esse monismo (...) Eis, portanto uma concepção de realidade bastante difícil de aceitar. A Ciência clássica forçava as pessoas seja ao dualismo, como em Descartes, seja ao monismo em que tudo é autômato como em Einstein e Espinosa[20].

A crítica de Prigogine é relevante à medida que o físico-químico considera os dois sistemas de pensamento, que julgo serem afins, "acuados" num automatismo determinista e monista, não só vigente no universo como na própria condição humana. Entretanto, Spinoza não poderia prever, como Einstein, um limite de velocidade para as cadeias causais, resultando daí que todo evento deve a sua ocorrência a outros pertencentes ao seu cone de luz, mas estará desconectado daqueles que estão *alhures*. Desta forma, a Relatividade institui uma região limitada de ações causais que determinam algo (um determinado modo) a ser necessariamente o que é, ou seja, cada modo deve a sua existência aos demais a ele conectados causalmente. Em suma, a Relatividade, como critica Prigogine, vislumbra um *universo determinista em bloco* no qual nada pode existir sem uma íntima conexão causal com as demais coisas existentes em seu cone de luz.

A Duração em Spinoza e na Teoria da Relatividade

Como se depreende dos três fragmentos de textos dos Pensamentos Metafísicos que abaixo transcrevo, Spinoza reduz o tempo a uma ideia (*modus*

cogitandi), obtida, por comparação, da duração da existência dos modos singulares:

> A duração é o atributo sob o qual concebemos a existência das coisas criadas enquanto perseverarem em sua atualidade (...) Quanto mais se subtrai a duração de uma coisa, tanto mais se subtrai, sua existência. Para determinar a duração nós a comparamos com a duração daquelas coisas que possuem movimento certo e determinado. **Esta comparação chama-se tempo**[21].

> Assim, o tempo não é uma afecção das coisas, mas apenas um modo de pensar (...) Com efeito, é um modo de pensar que serve para explicar a duração. Deve-se notar aqui que a duração é concebida como maior ou menor, como composta de partes o que é um atributo da existência e não da essência[22].

> (...) Antes da criação, não podemos imaginar nenhum tempo ou duração, **mas esta começou com as coisas**, pois o tempo é a medida da duração, ou melhor, apenas um modo de pensar e não pressupõe somente alguma coisa criada, mas, sobretudo, homens pensantes. Por sua vez, a duração cessa onde cessam as coisas criadas e começa onde começam a existir as coisas criadas (...) Assim, a duração pressupõe, ou pelo menos supõe, as coisas criadas. **Aqueles que imaginam a duração e o tempo antes das coisas criadas são vítimas do mesmo preconceito que aqueles que forjam um espaço fora da matéria** (...)[23].

As três citações acima dos Pensamentos Metafísicos são de grande relevância, pois resgatam o sentido originário do tempo, que vigorava anteriormente ao mecanicismo. Como tentarei demonstrar adiante, Einstein, através da TR Especial, desconstruirá, de uma forma análoga, as durações absolutas de tempo. Sobre elas, portanto, vale a pena refletir com redobrado cuidado, sendo recomendável que os mestres de Física também o façam com seus aprendizes, nos moldes que se seguem e com os destaques em itálico merecendo especial atenção.

Segundo Martins e Zanetic[24], historicamente, o tempo só ganhou o estatuto de variável independente da Física quando introduzido pela primeira vez por Galileo, para descrever a lei da queda dos corpos na relação de proporcionalidade da velocidade dos corpos cadentes com o tempo de queda ($v = at$). Antes, entretanto, Galileo tentara inutilmente relacionar a velocidade com o espaço ($v = ax$). A passagem do tempo t de coadjuvante a protagonista das relações matemáticas da Física só foi possível, no entanto, com o concomitante avanço da mecanização dos relógios, iniciada pelo próprio Galileo

e aperfeiçoada por Christian Huygens. Para H. L. Barros[25], o tempo medido antes por *gnomons* e clepsidras estava diretamente ligado aos fenômenos físicos, e não tinha assim um estatuto de substancial independência em relação a estes. *Ele era assim simplesmente a sombra do Sol produzida por um gnomon ou o nível de água no interior de uma clepsidra.* Desta forma, dizer-se que a queda de um corpo depende do tempo seria o mesmo que dizer que a queda de uma pedra depende da queda de outro corpo, a água no interior da clepsidra. A partir do séc. XVII começou a se produzir relógios mecânicos de pêndulo que movem engrenagens e estas, por sua vez, os ponteiros que associam números precisos de horas e minutos. *O tempo se tornava um ente matemático abstrato, e desprendia-se do maquinismo que lhe dera origem.* As durações dos fenômenos, ao invés de serem comparadas diretamente entre si, passaram a ser mediadas por um tempo que lhes servia como moeda de troca. Não é sem razão que se diz até hoje que "tempo é dinheiro", pois da mesma forma que a moeda mediava as trocas de mercadorias, antes feitas diretamente, o tempo passou a mediar as durações. E assim como o salário substituiu o escambo ou as trocas diretas de mercadorias, o tempo tornava-se a variável ***t*** independente da Física para mediar as existências dos fenômenos. Tomando emprestado a Lucaks o termo *reificação*, como fenômeno histórico em que o acúmulo de capital torna-se independente do próprio processo de produção das mercadorias que lhe deu origem, diria que *na Física ocorreu a reificação do tempo.*

Assim *as coisas passaram a existir no tempo ao invés do tempo existir nas coisas,* como se depreende das três citações de Spinoza. O império do tempo foi consolidado por Newton, quando o físico inglês o coroou como a substância que flui independentemente do mundo que lhe deu origem. Este passou a fluir em função do tempo e *a Física de Newton tornou-se a ontologia do tempo*. Segundo Norbert Elias[26], o tempo não existiria em si, não seria um dado objetivo, como sustentava Newton nem uma estrutura a *priori* do espírito, como nos ensinou Kant. Segundo ainda o sociólogo e historiador, o tempo é uma ideia humana desenvolvida ao longo de séculos de civilização, resultado de um longo processo de aprendizagem. Cita Elias, como exemplo, o fato de que em sociedades menos desenvolvidas tecnologicamente é muito comum indivíduos, aos quais se pergunta sobre "quando ocorreu a grande enchente", responderem "quando meu pai morreu" ou "quando eu era criança" ou coisas do gênero. *A atribuição de uma data precisa a um evento é, pois produto da civilização tecnológica e não algo intuitivo* ou substancial. A intuição leva-

nos, em contrapartida, a comparar fenômenos com outros ocorridos simultaneamente, sem a mediação de datas ou horas precisas.

Acredito que as três citações dos Pensamentos Metafísicos resgatam a noção de um tempo dependente das coisas, e que é tão somente uma ideia humana associada à comparação entre durações de fenômenos. Entendida de forma mais simples, a duração (intervalo) de tempo é a comparação de um movimento com um movimento periódico padrão que chamamos de relógio. Este pode ser tanto a Terra girando em torno do Sol, produzindo a alternância das estações do ano, como ainda o movimento de rotação da Terra em torno de si própria, gerando os dias que se sucedem às noites. *O que de fato existe é alternância rítmica dos dias, noites, estações e fases lunares que nosso corpo finito experimenta com os movimentos da Terra e da Lua, igualmente finitas, que nos servem de relógio.*

A esta altura, para tornar o diálogo com os aprendizes, ou leitores deste livro, mais lúdico, perguntarei a um deles que idade tem. Este que se chama João, responder-me-á "tenho 20 anos". Direi então à turma que "João tem 20 anos" é uma forma sucinta de dizer: "João existe enquanto a Terra deu 20 voltas em torno do Sol", podendo ainda completar o quão seria tedioso se todos respondessem dessa forma quando perguntados sobre a idade que têm... Constatei que esta intervenção lúdica costuma ser muito bem recebida pelos aprendizes, acarretando divertidas reflexões e acaloradas discussões. A duração temporal pode ser subdividida em intervalos submúltiplos do período padrão do relógio, criando-se assim novas unidades como os minutos e segundos que se repetem também periodicamente no tic-tac dos relógios, nos batimentos de um pêndulo ou em outros ritmos biológicos, como os batimentos cardíacos, produzindo a alternância da sístole e da diástole. Talvez não seja coincidência que William Harvey, que descobriu o mecanismo da circulação sangüínea, seja um contemporâneo de Spinoza.

> Não podemos ter da duração das coisas singulares (tempo) que existem fora de nós senão um conhecimento extremamente inadequado[27].

Para Spinoza, então, o tempo não é uma realidade clara e distinta, mas tão-somente concebida através de comparações de existências. O sentido desta última citação é que o homem finito convive com as durações divisíveis, mas que não possuem a escala da Natureza como um todo, não podendo ser jamais determinadas pela natureza das coisas existentes nem pelas causas

eficientes que as fazem mover. Estas sim, no sistema spinoziano, formam uma rede universal de necessidades conectando todas as coisas, assim como todas as ideias, entre si, constituindo a essência atemporal do todo que se confunde com a essência de Deus. O tempo, entretanto, não é essencial, para Spinoza, mas tão-somente uma ideia construída pela finitude da mente incapaz de abarcar a totalidade em sua plena necessidade[28].

Assim, para Spinoza, aos olhos da razão, só existe a ordem necessária e divina da Natureza, pois que esta em sua perfeita necessidade se confunde com Deus. E segundo ele, imaginamos comumente que as coisas poderiam ter ou não acontecido ou ainda que pudessem ter acontecido de outra forma e acreditamos também que os acontecimentos futuros dependem de nosso livre arbítrio, da providência divina e até mesmo da sorte ou do azar. Na verdade, para o filósofo judeu, nenhum futuro é imprevisível ou depende apenas dos caprichos da sorte, pois tudo tem uma causa que podemos até desconhecer, em razão do complexo emaranhado de causas e efeitos que formam a cadeia dos acontecimentos, invalidando a própria noção de futuro. Vimos anteriormente que é justamente contra essa concepção de um tempo reversível, condicionada à causalidade, que Prigogine relacionará negativamente Einstein a Spinoza.

Continuarei questionando com redobrada atenção se o tempo einsteiniano, enquanto duração medida por relógios materiais em movimento relativo, e o tempo de Spinoza, pensado pela mente concomitantemente às afecções corpóreas do observador, são de fato a mesma coisa. Estariam os dois falando a mesma linguagem, quando se referem ao tempo? Em minha opinião, sim. No sentido das três proposições dos Pensamentos Metafísicos, e dessa última da Ética, Einstein também resgatará o sentido original de tempo como comparação das durações de fenômenos periódicos, que afetam o corpo do observador.

Será necessário, a partir deste momento, refletir com muito cuidado, para que não se recaia em analogias simplistas. Imaginemos, pois, um relógio constituído por dois espelhos paralelos. (ver **Figura VI-2a)**

Um raio de luz é produzido no ponto 1, refletido no ponto 2 e novamente refletido no ponto 1. Se esse relógio estiver em repouso (em relação a nós), a distância entre os pontos 1 e 2 será perpendicular aos dois espelhos, sendo assim a menor possível. Imaginemos um relógio idêntico, porém em movimento em relação a nós. Para a luz atingir o ponto 2, terá de

percorrer uma distância maior que a perpendicular, e o mesmo se sucederá quando ela retornar ao ponto 1. No primeiro caso, a frequência "1 e 2 e 1 e 2..." será maior que no segundo. Entendendo o tempo como uma ideia que o homem associa ao ritmo (período) com que se sucedem os eventos "1 e 2" ele será menor com o relógio em repouso. *Na Física newtoniana, a freqüência seria a mesma nos dois casos, pois ainda que a luz precise percorrer maiores distâncias com o relógio em movimento, a sua velocidade seria proporcionalmente maior.*

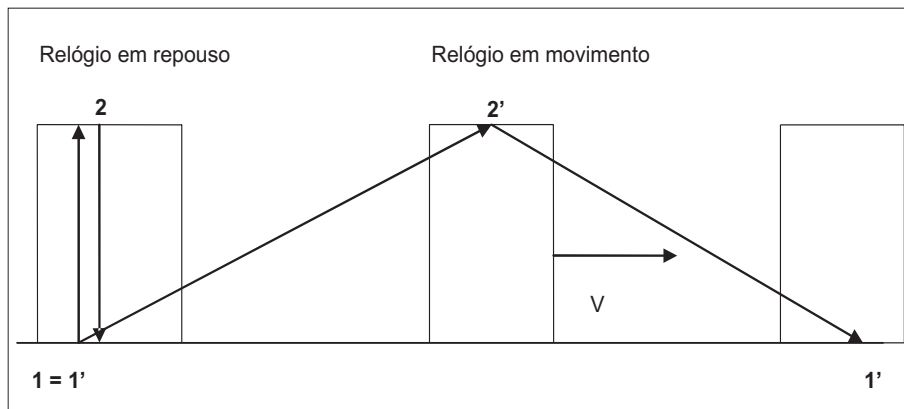



Figura VI-2a: (A sequências (1 e 2 e 1) e (1' e 2'e 1'), medidas por um relógio em repouso e outro em movimento. O tic tac do relógio em movimento é mais lento quando visto por O , porque a luz precisa percorrer distâncias maiores para conectar as partes!)

A contração do comprimento de um objeto como uma régua (chamada de contração de Lorentz) pode ser entendida de uma forma simples, mas pouco difundida nos livros-texto: a imagem que vemos de um objeto em movimento é construída por pontos luminosos que nos chegam simultaneamente, **mas que não são produzidos simultaneamente**. Se estivermos no centro de uma régua inicialmente em repouso, vemos suas extremidades simultaneamente. Mas se repentinamente ela passa a se mover, a sua traseira estará se aproximando enquanto que a dianteira se afastando de nós.

Conseqüentemente, a imagem que vem da traseira leva menos tempo, do que a imagem dianteira, para chegar a nossos olhos. Formamos assim uma imagem mais recente da traseira que da dianteira, desta forma esta se atrasa em relação à primeira, estando menos à frente. Vemos assim um objeto com comprimento menor do que quando o víamos em repouso. Olhar um objeto em movimento é como fazer uma fotomontagem deste objeto com suas partes

vistas em tempos diferentes! Parece que o velho Parmênides tinha razão: o movimento é uma ilusão... (ver **Figura VI-2b**).

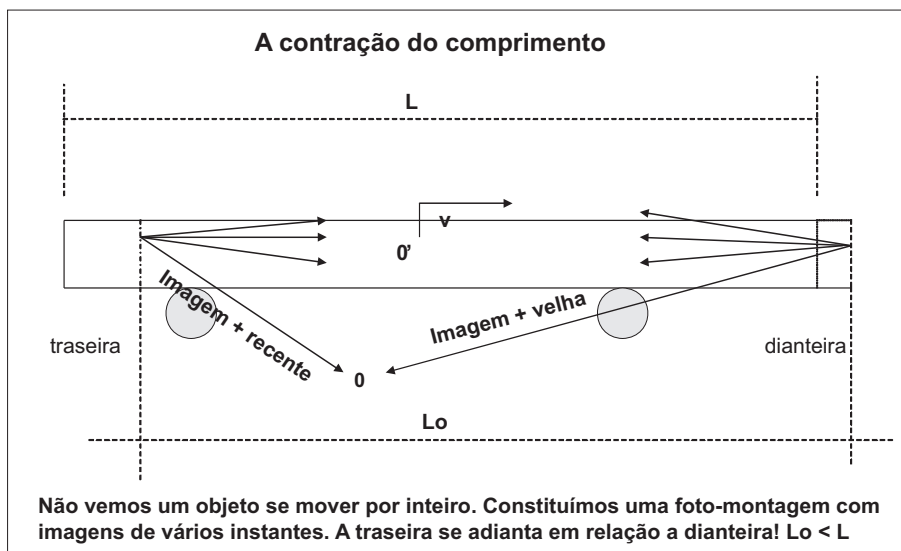



Figura VI-2b

Nesse ponto, é muito importante fazer com que o aprendiz perceba a profunda revolução filosófica introduzida pela TR no conceito de espaço-tempo, sendo, portanto, mister prosseguir com cristalina clareza. Enquanto na Física clássica o tempo é uma substância que independe dos acontecimentos, e a velocidade da luz é relativa aos observadores, na TR, ao contrário, o tempo perde seu estatuto substancial de algo que flui independentemente dos fatos. A propagação das ondas eletromagnéticas (luz) é que ganha, por sua vez, um estatuto de absoluto, pois é ela a responsável pela gênese das coisas materiais por outras coisas materiais, sendo assim a gênese da própria causalidade. A defenestração do tempo como uma substância e a invariância das leis da natureza, estas sim, alçadas a um estatuto ontológico, a meu ver, aproxima a TR mais da metafísica spinoziana do que da epistemologia kantiana, onde a causalidade é uma categoria do espírito humano transcendental. Por outro lado, o tempo entendido como uma comparação de frequências de eventos periódicos, conectados pelos sinais luminosos, que afetam os corpos e as mentes dos observadores (relógios), também se aproxima mais das citações dos Pensamentos Metafísicos do que de uma intuição a

priori da consciência humana, que não poderia variar ao sabor dos estados particulares de movimento do corpo.

Sobre esse ponto em particular, vale a pena reproduzir um trecho do diálogo de Carl Friedrich von Weizsäcker, físico do círculo de amizades de Werner Heisenberg, muito ligado nas questões epistemológicas da Física moderna, com a filósofa neokantiana Grete Hermann. Enquanto Weizsäcker argumentava que a Física moderna violava alguns aspectos da filosofia kantiana (notadamente o *a priori*), Hermann buscava preservá-la tanto das investidas dos físicos quânticos quanto dos relativistas:

> - O senhor pretende [...] enfraquecer toda análise kantiana da experiência?
>
> - Não, não pretendo. Kant percebeu com muita perspicácia o modo como efetivamente obtemos a experiências. E creio que a análise dele é essencialmente correta. **Mas, ao fazer das formas intuitivas do "espaço" e do "tempo" e da categoria da "causalidade" condições a *priori* da experiência, ele corre o risco de postulá-las como absolutos e de afirmar que elas devem estar presentes no conteúdo de quaisquer teorias da mesma maneira.** Isso não acontece, como mostraram a relatividade e a teoria quântica[29].

Em Spinoza, o tempo é reduzido apenas a uma ideia humana que surge paralelamente às experiências sensoriais de seu próprio corpo (afecções na linguagem spinoziana) em interação com o restante do universo. Da mesma forma, para Einstein, essas afecções só podem atingir o corpo físico do observador (seu relógio) através de algum agente causador, sendo a onda eletromagnética não só o mais rápido deles, como também de velocidade invariante em relação a observadores em movimento. *Desta forma, para Einstein e Spinoza, ao contrário da concepção newtoniana de um tempo-substância que flui independentemente dos acontecimentos, ou da concepção kantiana de um tempo como intuição anterior à própria experiência; não poderá haver nenhuma percepção do tempo possível, sem que o corpo ou o relógio (extensão do corpo) do observador seja afetado.* Acredito ser este um ponto essencial da ontologia relativística que deve ser sempre exaustivamente debatido, e realçado pelo mestre aos seus discípulos.

Assim se expressa Desiderio Papp acerca do espaço-tempo da Teoria da Relatividade:

> Existe uma relação, uma interdependência entre o movimento da luz, comprimentos de barras métricas e o ritmo dos relógios. Assim como uma

> agulha magnética se orienta de acordo com o campo magnético local, o comprimento das barras e o ritmo dos relógios se orientam sobre o campo métrico determinado pelos raios de luz. A geometria destes é a geometria das barras e relógios (...) uma barra relativista é tudo aquilo que possui um comprimento, quer dizer, todos os objetos do mundo; **e um relógio relativista é tudo que tem um ritmo periódico: um planeta que gira em torno de seu eixo, como um coração humano que bate**, um relógio de areia, como um elétron que gira em torno do núcleo, no interior do átomo. Esta afirmação – que a geometria da luz é a geometria do mundo – converte o espaço e o tempo em espaço e tempo da Física[30].

Sugiro que esta última citação seja lida pelo mestre para relevar o conceito de tempo enquanto comparação de existências, além de que o corpo humano é ele próprio um relógio.

A simultaneidade em Spinoza e na Teoria da Relatividade

Continuarei refletindo, com mais alguns exemplos simples, sobre o fato que Einstein produziu, quase três séculos depois de Spinoza, a maior mudança no conceito de espaço-tempo ocorrida desde Newton. Ele parece responder ao filósofo de Amsterdã quando, por ocasião da morte de um de seus melhores amigos, o italiano Michele Besso, ocorrida em 15 de março de 1955, apenas poucas semanas antes de sua própria morte, ocorrida em 18 de abril do mesmo ano, profetizou:

> Agora ele partiu deste estranho mundo, um pouquinho antes de mim. Isso não quer dizer nada. Para nós físicos fiéis, a separação entre passado, presente e futuro têm apenas o significado de uma ilusão, se bem que uma ilusão persistente[31].

E nesse hipotético diálogo, Spinoza confirma:

> O homem experimenta pela imagem de uma coisa passada ou futura a mesma afecção que pela imagem de uma coisa presente. (...) E por tanto tempo quanto é afetado pela imagem de uma coisa, considerá-la-á como presente, ainda que ela não exista (...) o estado do corpo (humano), é o mesmo, quer a imagem seja de uma coisa passada ou futura, ou de uma coisa presente[32].

Assim, quando contemplamos o céu noturno, embora estejamos frente a uma remota imagem do passado, ela nos afeta da mesma forma que se estivesse presente. Ou seja, para Spinoza, o tempo só pode ser percebido pela mente quando o corpo é afetado fisicamente, sendo este momento, o presente,

o dito *agora*. Nesse sentido, a proposição EII, XXVI e sua demonstração esclarecem de modo inquestionável a íntima conexão entre qualquer ideia — inclusive a de tempo — com as afecções corpóreas:

> A alma humana não percebe nenhum corpo exterior como existente em ato, a não ser pelas idéias das afecções de seu próprio corpo.
>
> Se o corpo humano não foi afetado de nenhuma maneira por qualquer corpo exterior, também a idéia do corpo humano, (...) isto é a alma (mente) humana não foi afetada de alguma maneira pela idéia da existência desse corpo; por outras palavras, ela não percebe de nenhuma maneira a existência desse corpo exterior[33].

Atentemos para o fato de que, enquanto na Física clássica existe uma simultaneidade absoluta ou um "agora" universal, na TR, tal momento é inconcebível. Sigamos mais uma vez com redobrado cuidado para que haja um correto entendimento, e que assim o leitor, que por ventura seja também professor, possa transmitir com igual clareza aos seus aprendizes, os conceitos filosóficos alternativos de simultaneidade, envolvidos na TR. É objeto de minha crítica o fato de que grande parte dos livros textos de TR costumem dar o exemplo (abaixo), muito comum, para explicar a relatividade da simultaneidade, sem, contudo, chegar à essência da questão. Passo a repeti-lo.

Imaginemos que dois relâmpagos sejam percebidos simultaneamente por certo observador, situado simetricamente aos dois eventos. Para outro observador, que comece a se deslocar para a direita com velocidade **v** em relação ao primeiro, partindo do mesmo ponto central, o relâmpago da direita será observado primeiro (ver **Figura VI-3**)[34]. Cumpre assim o exemplo a precípua finalidade de mostrar aos aprendizes que o que é simultâneo a um observador, poderá não ser para outro em movimento. Apesar de muito simples, o exemplo acima deixa velado algo que é essencial: *segundo a Teoria da Relatividade, o observador em movimento não só perceberá o raio da direita antes porque seu corpo é por ele afetado antes, como não lhe restará outra conclusão senão a de que o raio da direita foi* ***produzido*** *antes, uma vez que as velocidades com que os raios dele se aproximam são iguais a* ***c***. Já na Física clássica, a explicação seria bem distinta: se, por um lado, for indubitável que o raio da direita atinge antes o corpo do observador em movimento, isto se deve unicamente ao fato de ter este raio uma velocidade maior (c+v) em relação ao observador[35] *e não porque foi produzido antes. Assim, enquanto na Teoria da Relatividade, para cada observador, a ordem de produção das coisas é a mesma que a ordem das suas afecções*

corporais; o mesmo não ocorre na Física clássica onde, no exemplo acima, coisas observadas seqüencialmente foram produzidas simultaneamente, e assim a ordem de produção das coisas não é necessariamente a mesma que a das afecções corpóreas do observador.

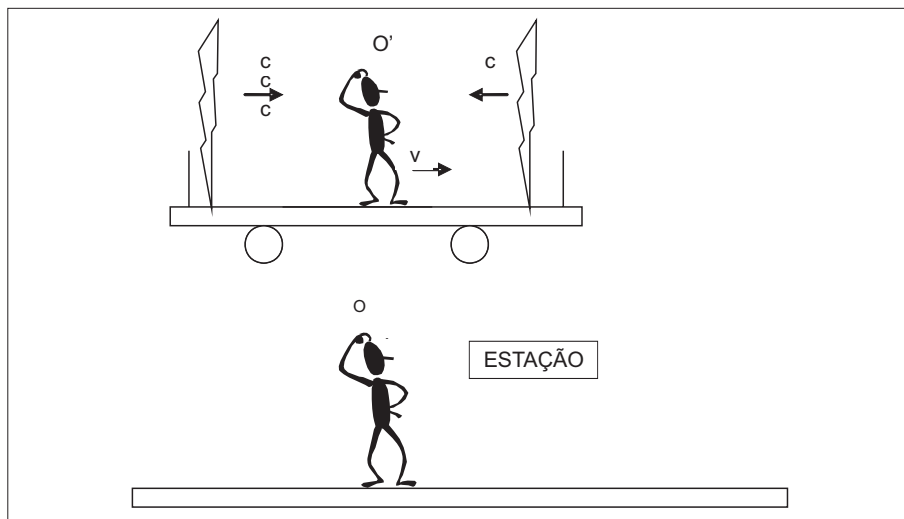



Figura VI-3: Pela TR, o raio da direita atinge o corpo do observador O' antes porque é anterior. Pela Física clássica: o raio da direita atinge o corpo do observador O' antes porque tem vel. (v+c), enquanto que o da esquerda tem vel.(v-c), mas foram ambos produzidos simultaneamente.

Acredito que este adendo acima, enfaticamente grifado, desvela a essência da TR, e do conceito de simultaneidade, aproximando-a inequivocamente da metafísica spinoziana, devendo ser constantemente repetido ao aprendiz para que este perceba, em toda a sua extensão, onde estão claramente situadas as mudanças paradigmáticas da concepção einsteiniana. Afinal, qual das duas teorias, a Física clássica ou a TR, aproxima-se mais do *ordo et conexio* spinoziano?

A simultaneidade e a ordenação seqüencial dos fenômenos da TR requerem dos mestres mais cuidados com seus aprendizes, demandando-lhes exemplos ainda mais reveladores acerca das essências do espaço-tempo e da causalidade. Voltemos, pois, ao evento de falecimento de Michele Besso, o grande amigo e confidente de Einstein. Imaginemos que o relógio de Besso indique o instante exato $\mathbf{t_B}$ em que este faleceu e o relógio de Einstein indique $\mathbf{t_{E.}}$, no instante em que o físico faleceu (ver **Figura VI-4**). Consideremos também que os relógios de Besso e Einstein estejam sincronizados[36].

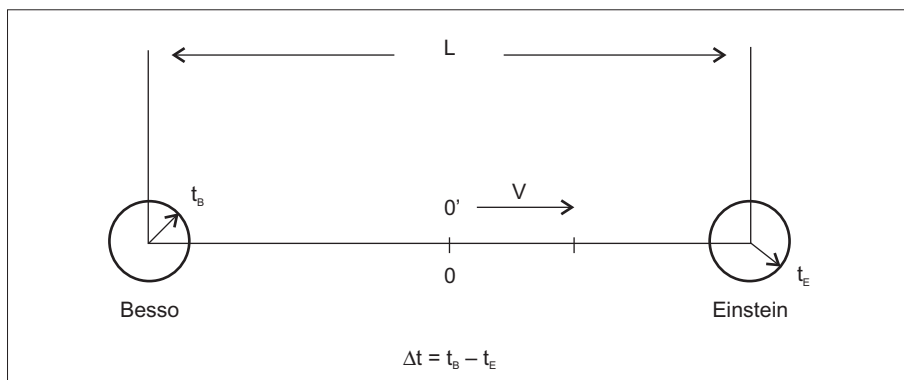



Figura VI-4: As mortes de Einstein e Besso. Para o referencial O, a morte de Besso ocorre em t_B e a de Einstein em t_E. Para O', que se move para a direita com vel. V, a depender de sua vel., os 2 eventos poderão ser simultâneos ou até mesmo sua sequência invertida no tempo.

Para um observador O, parado em um ponto central do segmento L que liga estes dois eventos, $t_E > t_B$, isto é, a morte de Einstein ocorrerá depois, e, portanto, no futuro, em relação à morte de Besso. Chamemos $\mathbf{\Delta t = t_E - t_B}$. (este intervalo de tempo, como vimos, foi na realidade de algumas semanas). No entanto, um observador O' que está se deslocando para a direita com uma velocidade **V** em relação a O, medirá de acordo com as transformações de Lorentz para o tempo:

$$t' = (t - Vx/c^2)/(1-V^2/c^2)^{1/2} \;\; -> \Delta t' = t'_B - t'_E \;= \gamma(\Delta t - VL/c^2)$$

onde: $\boldsymbol{\gamma = 1/(1-V^2/c^2)^{1/2}}$

Portanto, para o referencial O':

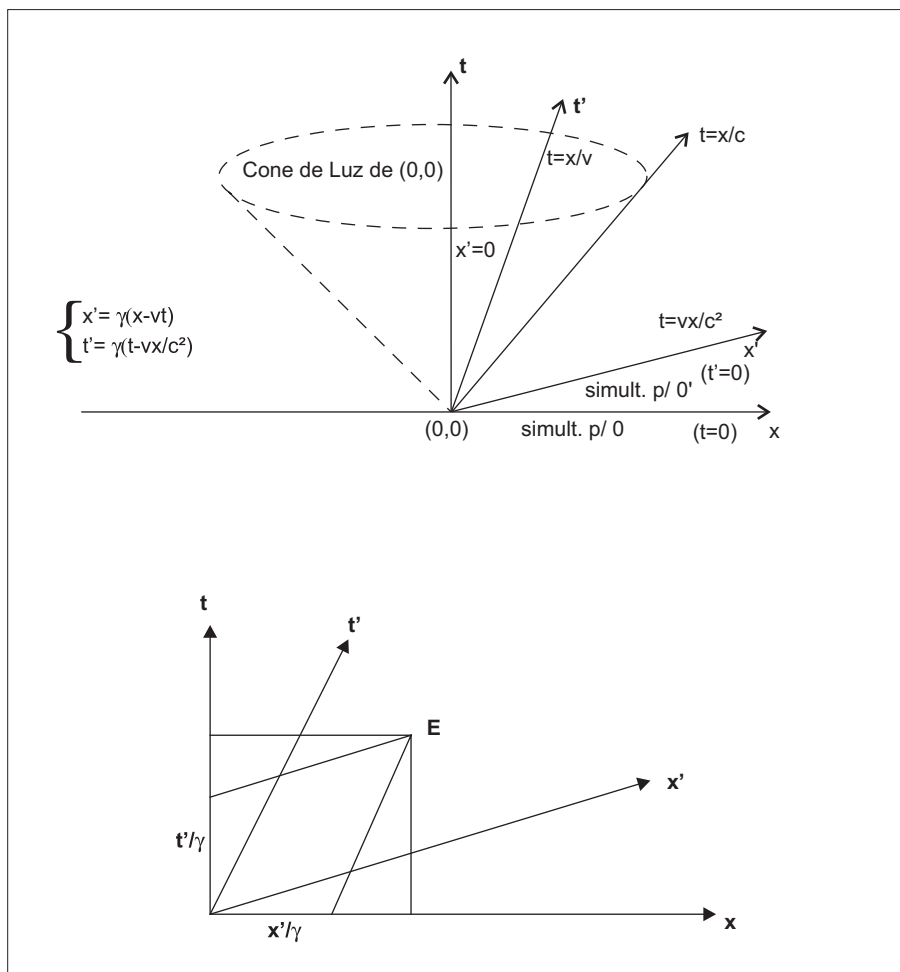
1 - se $\mathbf{(\Delta t - VL/c^2) = 0 \;\; -> V = c^2 \,\Delta t/L}$, Einstein e Besso morrerão simultaneamente,

2 - se $\mathbf{V > c^2 \,\Delta t/L}$, Einstein morreu antes de Besso!

As condições acima, no entanto, só seriam possíveis se:

$\mathbf{c > V > c^2 \,\Delta t/L \;\; - > \;\; L > c\Delta t}$, (a distância entre os eventos deve ser maior ou igual à distância que a luz percorre no intervalo de tempo que os separa) significando que um dos eventos deve estar fora do cone de luz do outro. Assim *eventos que não podem se influenciar (space like) ocorrerão em uma ordem temporal arbitrária, a depender de qual sistema de referência forem observados, comprometendo seriamente as noções de futuro, presente e passado*[37]*. Comprometendo seriamente também a noção aristotélica de tempo como ordenação do movimento*

segundo antes, agora e depois. O que é uma imagem para um observador, no sentido spinozista[38], poderá ser uma ideia de um objeto presente, para outro.

Na **Figura VI-5** (abaixo), um observador O' se move com velocidade **v** para a direita, em relação a O. Quanto maior for v, mais os eixos x' e t' se aproximam da linha de horizonte **x = ct**. Para o observador O, o lugar geométrico de eventos simultâneos a (0,0) será o eixo x horizontal, enquanto que para O' será o eixo ox' inclinado em relação a ox. Qualquer evento futuro, situado fora do cone de luz de (0,0), poderá ser tornado simultâneo através de uma mudança conveniente de referencial.

Figuras VI-5: Representação gráfica das transformações de Lorentz: x' e t'podem ser obtidas graficamente através de coordenadas oblíquas.

Nas zonas hachuriadas da **Figura VI-6**, o que é futuro para O (t>0) é passado para O'(t'<0) e vice-versa. Se o evento (0,0) for a morte de Besso, a morte de Einstein ocorrerá no futuro para O (t>0) e ocorreu no passado de O'(t'<0).

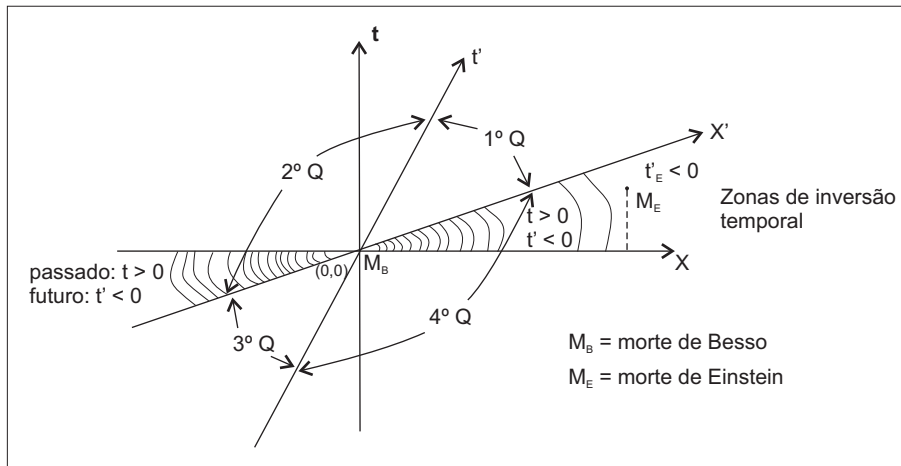



Figura VI-6: Nas zonas hachuriadas ocorre inversão temporal

A condição necessária para que isto ocorra é que não haja nenhuma influência causal entre os dois eventos (se ocorrerem na Terra em lapso de tempo igual ou inferior a 0,04 seg.).

Imaginemos dois clones[39] A e B que, no sistema de referência O, são gerados simultaneamente em **x = a e x = b, (L= b - a)** (ver **Figura VI-7**). Para o observador O, no instante $\mathbf{t = t_1}$ eles são dois jovens de mesma idade $\mathbf{t_1}$ enquanto que em $\mathbf{t = t_2}$, eles são dois velhos em seus leitos de morte. O observador O' que se move com velocidade $\mathbf{v_1 = c^2t_1/L}$, verá um jovem em B simultaneamente ao nascimento de seu clone A e dirá, portanto, que B nasceu antes de A ($t'_B<0$). Já um observador O" que se move com $\mathbf{v_2 = c^2t_2/L}$, verá um velho em seu leito de morte em B, enquanto seu jovem clone nasce em A!

Os exemplos e os gráficos acima apresentados deverão merecer do mestre redobrada atenção com seus discípulos, pois são muito significativos e esclarecedores da relatividade das durações, bem como da simultaneidade. Com certeza muitas dúvidas surgirão, e muitas perguntas serão feitas, e todas elas serão um bom motivo para que o mestre estimule seus discípulos à reflexão filosófica. Alusões a Spinoza com respeito à precariedade do tempo, como comparação de existências feitas pele mente humana, são, em minha opinião,

especialmente úteis para a construção de um pensamento multidisciplinar emaranhando a Teoria da Realidade à metafísica spinozista.

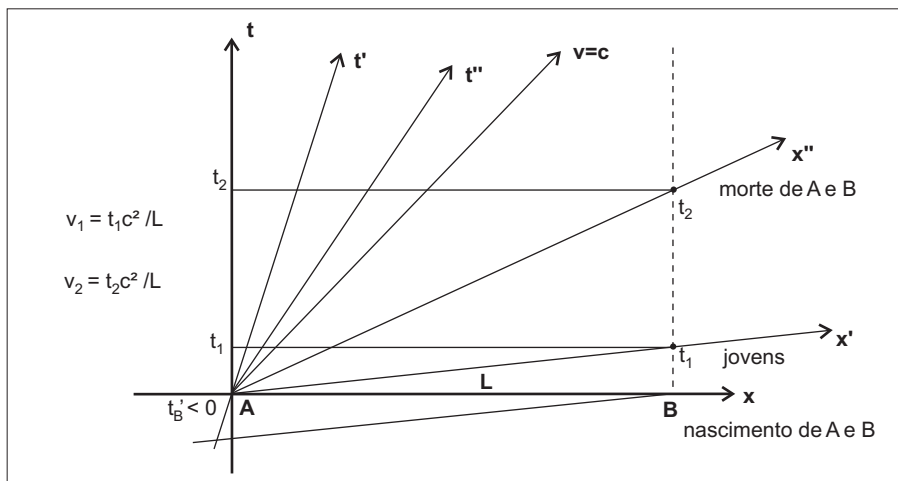



Figura VI-7: O paradoxo dos clones A e B: para o ref.O eles nascem e morrem simultaneamente, mas para O', quando A nasce, B é um jovem e para O" quando A nasce, B morre!

Consequências teológicas da Teoria da Relatividade

Com a TR, perde-se assim a noção usual de um tempo substancial que ordena universalmente uma sequência de eventos segundo antes, agora e depois, e este fato traz consigo dramáticas consequências em níveis teológicos. Como conceber a ideia de um Deus transcendente, sentinela do universo que tudo vê e que a qualquer instante poderá interferir, providencial e simultaneamente, no curso dos acontecimentos? Como entender assim os milagres ou as profecias? Se admitirmos um referencial privilegiado de onde Deus comanda o universo, estaremos contradizendo o primeiro postulado da TR. Por outro lado, se não existem tais observadores privilegiados, como poderá Deus, do alto de sua transcendência, influir em eventos que a depender da escolha do sistema de referência ocorreriam no passado? Como curar uma pessoa já morta como Besso, no exemplo acima? Se não há mais sentido em se falar de um tempo como sucessão de instantâneos, a não ser no interior de uma limitada região, o cone de luz, onde predominam as relações de causa e efeito? Como, no âmbito da Teoria da Relatividade, entender a ideia de um Deus que aja à distância numa escala que abarque toda a Natureza em sua constante atividade, e que contenha todos os referenciais e eventos possíveis?

Além disso, a ideia de um Deus transcendente e onipotente viola o mais renitente axioma einsteiniano, o realismo local que não comporta, de forma alguma, ações telepáticas, mas apenas afecções causadas por sinais. Como vimos nos exemplos anteriores, quaisquer que sejam dois eventos, caso não estejam no mesmo cone de luz, a sua ordem temporal não poderá ser estabelecida[40]. Em outras palavras, que sentido poderia ter o tempo para um universo em bloco, visto como um todo? Como poderia Einstein entender o tempo sem a noção de um princípio ontológico de causalidade que lhe confere o sentido de sucessão de existências de causas e efeitos, mas que, por outro lado, limita a região espaço-temporal onde isto possa ocorrer?

Agora creio que se pode entender, em toda a sua extensão, o que Einstein queria dizer "(...) *a separação entre passado, presente e futuro tem apenas o significado de uma ilusão"*. Parece-me assim razoável supor que, a partir de 1903, (os anos de leitura da Akademia Olímpia, quando Einstein tomou conhecimento da Ética) tenha se cristalizado, na mente do físico, a noção de um tempo que só tem sentido na presença das afecções físicas sofridas por um particular observador munido de seu próprio corpo-relógio. Esse tempo perde o sentido em referência ao universal, como expressa a proposição XVIII:

(...) *o estado do corpo humano (ou relógio, acrescento), é o mesmo, quer a imagem seja de uma coisa passada ou futura, ou de uma coisa presente.*

Novamente aqui a TR e a metafísica de Spinoza poderão ser relacionadas em prol da construção da multidisciplinaridade e do bom entendimento.

Suporei também que Einstein como homem munido de sentimentos religiosos profundos, ainda que pouco tradicionais, não deva ter ficado indiferente frente às dramáticas consequências que a sua teoria acarretava para a teologia teísta bíblica. Não ousaria, no entanto, arriscar que essas ideias tenham sido germinadas a partir da leitura da Ética, pois seria inverossímil sustentar que as questões centrais da Relatividade Especial tivessem sido geradas e concluídas em apenas dois anos. Porém, arriscaria dizer que as proposições de Spinoza, não só acerca do tempo, mas também acerca de uma Natureza em atividade causal, que exprime a substância divina, seguramente não passaram despercebidas. Elas poderiam ter influenciado Einstein, no sentido de consolidar suas ideias ou dotá-las de um substrato metafísico de grande relevância para um irrequieto jovem de 24 anos, em busca de respaldo para suas heterodoxas ideias científicas e religiosas. A impossibilidade de um Deus transcendente que aja à distância, como sentinela universal, conduziria Einstein

necessariamente ao ateísmo ou ao puro materialismo? Não! Pois o "*Deus sive natura*" de Spinoza cairia como uma luva para a religiosidade cósmica de Einstein, semeada em sua infância com atenta leitura da *Torah*, a Bíblia judaica, mas transformada em sua juventude em função de seus questionamentos filosóficos e científicos. A *Natura* spinozista poderia ser a solução metafísica para os muitos problemas teológicos que a Relatividade acarretava, pois que, sendo Una e imanente, produz-se a si própria, através de leis invariantes e imutáveis, não se conflitando com nenhum dos postulados einsteinianos. Acredito assim que possa ser esse o provável sentido das famosas palavras de Einstein quando afirmou certa feita que: "*O Deus em qual acredito é o Deus de Spinoza*", ou de outra feita que "*Deus é o jardim e não o jardineiro*", pois qualquer transcendência O poria acima e fora das leis da natureza, o que seguramente incomodaria aos dois pensadores.

Tempo como o número da causalidade

A questão do tempo com referência à causalidade merece mais uma investigação crítica com fins pedagógicos. Para Spinoza, as ideias e as coisas extensas são manifestações de uma mesma substância una e indivisível, assim os relógios da Relatividade e os movimentos da mente (ideias) estão em íntima e profunda conexão.

O tempo medido por relógios locais e finitos não pode medir senão atividades locais, conectadas causalmente com o observador. No entanto, se esse mesmo relógio viajar à velocidade da luz desprender-se-á de todos os vínculos materiais que o une à realidade local e deixará de medir o fluxo temporal registrando a eternidade. Esse argumento fica novamente justificado pela transformação de Lorentz do tempo:

$$\Delta t' = (\Delta t - v\Delta x/c^2)/(1 - v^2/c^2)^{1/2},$$

o que implica que quando $v \rightarrow c$, $\Delta t' \rightarrow \infty$, para qualquer Δx finito. Isto significa que quando a barreira causal é rompida, o tempo medido, por um observador descolado do restante do universo, entra em colapso. Qualquer duração medida por quem escapa da causalidade torna-se indefinida. Pode-se assim concluir que na TR, as noções de tempo e de causalidade afastam-se da epistemologia kantiana[41], pois não são intuições ou categorias independentes, mas, pelo contrário, a primeira é uma ideia da segunda, pois o pensamento

humano não abarca a infinita rede causal geratriz das coisas. Poder-se-ia dizer, como Spinoza, que temos do tempo (duração das coisas) um conhecimento muito precário uma vez que temos da nossa, e demais existências, um conhecimento apenas parcial:

> Não podemos ter da duração das coisas singulares que existem fora de nós senão um conhecimento extremamente inadequado.
>
> Cada coisa singular, com efeito, do mesmo modo que o corpo humano, deve ser determinada a existir e a agir de uma certa e determina maneira, por uma outra coisa singular; e esta, por sua vez, por uma outra, e assim até o infinito[42].

Portanto, é esse conjunto de causas que faz mover os corpos ao longo do tempo e essa cadeia temporal foge à nossa compreensão humana, pois "*depende da ordem geral da Natureza e da constituição das coisas*"[43].

Se pela TR com a velocidade da luz os vínculos causais do corpo material desfazem-se, indeterminando o tempo, a mente, segundo Spinoza, como modo sob atributo paralelo, da mesma forma, congelará o tempo ao cessarem-lhe todos os pensamentos. Lembremo-nos de que, na metafísica do filósofo de Amsterdã, a mente e o corpo são estruturas paralelas e intimamente conectadas pelo já citado princípio do "*Ordo et conexio*". Ademais a mente não pode conhecer a realidade física a não ser através do corpo, como se depreende das quatro proposições abaixo:

> Tudo o que acontece no objeto da idéia que constitui a alma humana deve ser percebido pela alma humana; por outras palavras: a idéia dessa coisa existirá necessariamente; isto é se o objeto da idéia que constitui a alma humana é um corpo, nada pode acontecer nesse corpo que não seja percebido pela alma (mente)[44].
>
> O objeto da idéia que constitui a alma humana é o corpo, ou seja, um modo determinado da extensão, existente em ato, e não outra coisa[45].
>
> A alma humana não conhece o próprio corpo humano nem sabe que este existe, senão pelas idéias das afecções de que o corpo é afetado[46].
>
> A alma humana não conhece a si mesma, a não ser enquanto percebe as idéias das afecções do corpo[47].

Portanto, na metafísica spinoziana, a mente só pode conhecer (ter ideias) na mesma ordem e conexão das afecções do corpo, pois ela não conhece o seu próprio corpo (EII, prop. XIX), nem um corpo exterior (EII, prop. XXVI) e

nem a si mesma (EII, prop. XXIII), a não ser pelas afecções que o seu corpo sofre dos demais. Assim, a um corpo humano desconectado de quaisquer causas corresponderá uma mente esvaziada de quaisquer pensamentos. Ora, a TR institui uma rede integrada, em bloco, de relógios e réguas sendo o próprio corpo humano, um relógio-régua biológico. Nesse sentido, os tempos einsteiniano e spinoziano parecem novamente ser compatíveis: o relógio humano, desconectado das causas materiais, pois que voa à velocidade próxima da luz, e a mente, esvaziada de quaisquer ideias, registram a mesma indefinição de tempo.

Nas proposições EII, XXX e XXXI, Spinoza já havia proposto que o tempo e a cadeia universal de causas e efeitos são uma única coisa. Perguntar *por que* algo existe, é situar esse ente como elo atual de uma cadeia causal que remete ao passado. Dessa forma, instituir o tempo é instituir a causalidade e revogá-lo implica em aboli-la. Não surpreende, portanto, o fato de que relógios e corpos que se desprendam da rede causal, ao se despedaçarem, fiquem congelados no tempo, ou melhor, revoguem as ideias que lhes correspondem, desfazendo-se assim o próprio tempo.

A TR, através de postulados atemporais, restitui o absoluto e o eterno que existe nas leis da Natureza. No entanto, como estudamos no capítulo anterior, segundo o físico Arnold Sommerfeld, a expressão dada por Planck a esta teoria suscitou muitos equívocos, sendo preferível "Teoria do Eterno e do Absoluto" ou "Teoria da Invariância". É exatamente neste contexto de defenestração do observador privilegiado, readquirindo as leis da natureza um estatuto ontológico (que lhes foi suprimido a partir da epistemologia kantiana) tão bem expresso por Sommerfeld, que proponho estabelecer mais uma das afinidades ou convergência de ideias entre Einstein e Spinoza. Sugiro, pois, aos mestres, que instilem na mente de seus discípulos tais questionamentos.

Em busca da unidade

Proponho mais uma questão que parece tangenciar tanto a física de Einstein quanto a filosofia de Spinoza e que pode ser assim expressa: se o campo eletromagnético mantém as coisas materiais ligadas em estado de existência, e essas justamente são as fontes do campo gravitacional que, por sua vez, determinam a métrica do espaço-tempo, onde as próprias coisas

existem (ver **Figura VI-8**), parece plausível que Einstein vislumbrasse nessa circularidade existencial, a base lógica para a unificação das forças da natureza:

> Se tivéssemos as equações do campo total, seríamos levados a exigir que as próprias partículas pudessem ser representadas como solução das equações do campo completo (...) Só então a Teoria da Relatividade geral seria uma teoria completa[48].

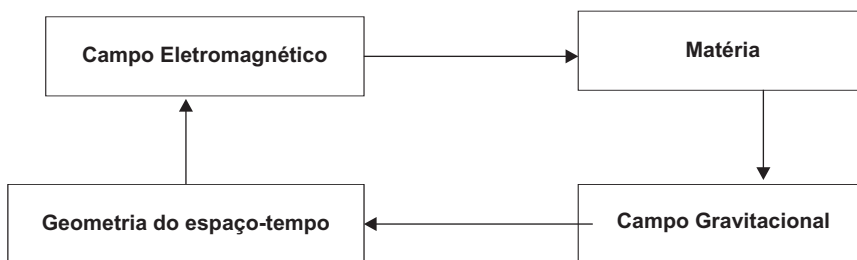



Figura VI-8: A circularidade existencial entre os campos, a matéria e o espaço-tempo

Embora perseguisse o campo total unificado até o final da vida, Einstein jamais conseguiu realizar esse grande intento. Jammer arrisca que essa motivação quase religiosa poderia ser inspirada no monismo de Spinoza. Afinal, o filósofo judeu já havia proposto: "*Deum unicum, hoc est in rerum natura non nisi unam substatiam dari*" (Deus é uno, logo na natureza das coisas apenas uma substância é dada"[49]. Segundo Paty[50], seria, entretanto, irrelevante estabelecer analogias entre um conceito científico do séc. XX, como o campo unificado de Einstein e outro metafísico do séc. XVII, como a substância de Spinoza, como propõe explicitamente o físico russo B. Kouznetzov[51]. Paty evitaria também conclusões contundentes, como a de S. Zacs, que escreveu: "*a metafísica de Espinosa prenunciou a física de Einstein*"[52].

Não seria tão contundente quanto Zacs, mas tampouco tão cauteloso quanto Paty. Creio ser bastante verossímil supor que a busca de um substrato fundamental e único da Natureza, fonte do Real, é que, mais uma vez, aproxima os dois pensadores. Desta forma, dentre os vários vetores de convergência, aproximando Einstein de Spinoza, a TR, que expressa a invariância das leis da natureza, poderia ser um deles, pois é compatível com a unidade e a ontologia spinoziana expressa pela *Natureza em bloco* que se cria

a si mesma por um princípio ontológico — e determinista — de causalidade.

Para a instituição da unidade do Real e da localidade da natureza, que se transforma através de nexos causais impressos nos corpos, paralelamente expressos por ideias, o preço que se paga é a desconstrução do tempo absoluto e do observador privilegiado. Entre a Realidade e o tempo-substância, Spinoza e Einstein optaram pela unidade da primeira. E entre supor que o homem descreve a natureza (como propõe a epistemologia contemporânea) ou a Natureza é que se autodescreve através do homem, eles optaram pela segunda hipótese.

Possivelmente as influências que Einstein sofreu de Spinoza foram inicialmente mais de caráter filosófico geral que estritamente no campo da Física, pois, como vimos no capítulo anterior, a TR pode ser concebida exclusivamente com argumentos internos à história dessa disciplina, e é, de fato, assim ensinada nas salas de aula das universidades do mundo. Creio, no entanto, que a TR é mais compatível com a metafísica de Spinoza do que com qualquer uma de suas rivais, contemporâneas ou posteriores, e esta compatibilidade pode ser posta em relevo para a construção de uma pedagogia multidisciplinar, com vistas ao um novo pensar da Física relacionada à Filosofia.

De fato, o ocasionalismo de Malebranche[53] exige ação divina instantânea à distância, e, portanto, simultaneidade absoluta, ou seja, um "agora" universal. De qual sistema de referência observar-nos-á Deus, para que nos conceda uma permanente intervenção da divina providência? Por outro lado, o tempo substancial de Newton, que flui, como uma ampulheta universal, independentemente de qualquer afecção do observador, é explicitamente incompatível com a TR. O mesmo ocorrendo com o tempo a *priori* de Kant, pois embora não mais substancializado, como o tempo newtoniano, uma intuição apriorística deveria ser a mesma para todos observadores, independente de suas particulares relações de movimento com o restante do mundo.

Segundo Pessoa, é compreensível que Kant tenha caído na tentação de supor que as experiências devem ser ordenadas espacial e temporalmente de acordo com a geometria plana euclidiana, e de forma independente e a *priori* de qualquer distribuição material. Pois:

> Com a formulação da Teoria da Relatividade Geral, tornou-se claro que a questão da métrica do espaço-tempo é empírica, e não deve ser parte necessária da forma pura da sensibilidade[54].

Por outro lado, a julgar pelas várias manifestações de Einstein contrárias à contingência da Teoria Quântica, tampouco a metafísica de Leibniz, como terceira via entre a arbitrariedade da vontade, em Descartes, e a necessidade desta, em Spinoza, seria do agrado do físico. Pois como poderia Deus do alto de sua transcendência decretar que César, neste mundo, que é o melhor possível, atravessasse o Rubicão, e em outros não? Neste caso, haveria contingência nas ações divinas (esta questão será debatida nos próximos capítulos).

Creio assim que a compatibilidade com a metafísica spinoziana, além de não ter passado despercebida pelo autor da TR, como demonstrei com vários exemplos de caráter didático, pode contribuir de forma importante para um melhor entendimento e aprendizado dessa disciplina, não só para alunos dos cursos científicos como para um público leigo em geral. É, pois, de suma relevância que o mestre faça ressoar em seus discípulos os apelos não só de uma epistemologia do relativo que se constrói dentro dos limites internos da Física, mas principalmente de uma ontologia do absoluto, que engendra a totalidade, a universalidade e a atemporalidade das leis da natureza. Essa, a meu ver, é a maior das inspirações spinozianas da obra de Einstein.

“O maior erro de minha vida”

Não poderia concluir este capítulo, cuja questão central de investigação foi o de discutir a evolução e o aprendizado da TR à luz da filosofia spinozista, sem ao menos mencionar o marcante episódio da biografia de Einstein, denominado “introdução da constante cosmológica”. Para quem visa estabelecer a extensão da influência que o filósofo exerceu sobre o físico, este tema é digno de redobrado cuidado e aprofundamento, podendo ser retomado em futuros trabalhos, ficando aqui apenas o seu registro.

Nesse episódio, o físico foi levado, possivelmente com vistas à descrição de um universo mais condizente com as suas convicções metafísicas, a sucessivas marchas e contramarchas, avanços e recuos, certezas e arrependimentos, em relação ao problema da introdução de um termo adicional em suas equações, denominado de constante cosmológica.

O que levou Einstein a tais incertezas? Apenas as questões internas da Física poderiam tê-lo levado a sucessivas oscilações de suas convicções? Ou, pelo contrário, crenças extra científicas estão na gênese de sua relutância?

Vimos no capítulo dedicado à filosofia spinoziana que a essência da infinita substância divina só poderia ser posta através de infinitos atributos infinitos, pois, em caso contrário, estar-se-ia negando a sua infinitude. Assim, segundo o filósofo judeu, "*Determinatio negatio est*", tendo aqui o verbo determinar o sentido de definir. A substância é, pois, indefinível em seus infinitos atributos infinitos.

A primeira das questões a ser futuramente retomada em próximos trabalhos será então como compatibilizar, sob o ponto de vista estritamente spinozista, e por conjectura einsteiniano, uma substância infinita com um universo finito e em expansão, como previsto pelo Big Bang, teoria aceita hoje — e já no tempo de Einstein — por grande parte da comunidade científica? Ou ao revés, como imaginar um universo finito e temporal ocupando a Extensão infinita demandada pela metafísica spinoziana? Não será o universo físico demasiadamente pequeno e mutável para abrigar atributos infinitos, como a extensão? Teriam estas incongruências extra científicas influenciado as oscilações das ideias científicas de um Einstein já maduro e consagrado? De fato, apesar de que uma das soluções das equações cosmológicas, resolvidas pelo matemático soviético Alexander Friedmann, previsse um universo finito em expansão, tal qual foi observado pelo astrônomo Hubble, é possível conjecturar que uma contradição com a metafísica spinoziana tivesse levado Einstein a postular a existência de uma constante cosmológica. Ela seria responsável por uma repulsão cósmica, certamente introduzida *ad hoc*, para contrabalançar a atração gravitacional e assim manter a estabilidade e a perenidade do universo. Apesar de o universo proposto por Einstein ter um raio finito, era eterno e ilimitado, e assim compatível com a metacosmologia de Spinoza[55]. Esta atitude que Einstein considerou primeiramente como "o maior erro de minha vida" foi, no entanto, posteriormente retomada, precedida por um novo surto de arrependimento.

No âmbito da Física e de sua compatibilidade com uma metafísica imanente, uma outra questão a ser devidamente investigada e discutida nas salas de aula nas quais se ensina Física, e em particular a TR, é de como imaginar um início do universo sem uma causa transcendente. De fato, uma *causa sui* é contraditória com o próprio início de um processo físico de mudança. Por regressão infinita, inevitavelmente chegamos a uma causa prima voluntariosa e transcendente ao universo, espécie de primeiro motor aristotélico. Uma possível solução, para remover essa contradição lógica do

seio da axiomática spinoziana, é imaginar que o Universo é eterno ou constituído por uma infinidade de universos mutáveis, como o nosso, todos em equilíbrio termodinâmico. Enquanto este nosso universo manifestaria apenas dois atributos finitos, os outros seriam regidos por outros infinitos atributos (ver capítulo II). No entanto, por ser demasiadamente metafísica e insondável à experimentação, essa solução seria inaceitável aos paradigmas científicos atuais. De fato, numa época em que pontifica uma filosofia pós-metafísica, poucos filósofos, e muito menos físicos ainda, a aceitariam.

Tendo em vista as rápidas transformações da Ciência e da Filosofia que ocorreram no séc. XX, estaria assim a filosofia de Spinoza fadada ao esquecimento e à obsolescência? Como conciliar uma filosofia "*Deus sive natura*" (Deus, ou seja, a natureza) com as novas descobertas cosmológicas, como o mencionado Big-Bang que revelam um universo mutável e finito no tempo e no espaço? Como fazer caber a eternidade de Deus na temporalidade do universo? Como harmonizar um sistema que leva a razão às suas últimas consequências com o caos, incertezas e a incompletude da contemporaneidade? Teria Einstein do alto de sua madura sabedoria vislumbrado essas questões, levando-o a sucessivas revisões?

Certamente uma parte da comunidade científica não aprovaria tais especulações, e provavelmente as comparações que fiz entre o programa científico de Einstein com a metafísica de Spinoza seriam consideradas historicamente sem sentido. Dessa forma, não espero que estas ideias tenham ressonância nesses setores mais conservadores das academias, pois os conheço de perto, e sei que costumam ser avessos a raciocínios que fujam de rígidos enquadramentos metodológicos, que lhes engessam o pensamento. Assumo, entretanto, o ônus de propor um entendimento da Física (TR em particular) distinto do paradigma epistemológico vigente, que é o de conferir à Ciência um papel apenas útil e descritivo do mundo. Até o momento, e salvo melhor juízo, acredito que Einstein percebia em sua física algo mais do que uma mera representação descartável de um mundo observável. Estou convicto de que ele via, não só na obra realizada, mas principalmente na que não logrou concluir[56], uma Geometria universal englobando todas as forças da Natureza numa ontológica unidade, expressando em sua simplicidade uma religiosidade cósmica que o aproximasse de Deus. Apesar de ter sido considerado por uns como uma espécie em extinção de "sábio renascentista solitário" e de ser tachado por outros de "relíquia do séc. XIX", após o sucesso de suas duas

TR, Einstein buscou febrilmente essa Geometria da Unidade até os últimos dias de sua vida, e parece-me pouco provável que essa motivação quase mística tivesse origem apenas nas questões internas da Ciência...

As especulações, pinceladas ao longo deste capítulo que ora concluo, serão postas entre parênteses, e as soluções, se é que existem, serão deixadas em aberto. Acredito, no entanto, que o aprendizado e o entendimento das ciências avançam muito menos por respostas convictas do que por renovadas e sucessivas indagações...

Parte III

SPINOZA E EINSTEIN E SUAS AFINIDADES NEGATIVAS: A TEORIA QUÂNTICA

CAPÍTULO VII

METAFÍSICA QUÂNTICA: O PRINCÍPIO DE INCERTEZA COMO LIMITE DA PASSAGEM DA ESSÊNCIA À EXISTÊNCIA

Denominarei de afinidades negativas entre Einstein e Spinoza, as discordâncias comuns que tinham em relação a seus contemporâneos, ou seja, o que os une, por discordância, a outras interpretações da realidade. A Teoria Quântica (doravante designada por TQ), mais propriamente a interpretação ontologicamente contingente e antirrealista dada à física microscópica, pela chamada Escola de Copenhague, foi seguramente o alvo mais visado pelas críticas einsteinianas, será considerada uma dessas afinidades. Pretendo caracterizar que o físico adotou essa postura áspera e renitente em relação à TQ motivado principalmente pela metafísica de Spinoza, avessa às contingências. Esse tema específico será discutido, com maiores detalhes, a partir deste capítulo, e nos três capítulos que se seguem farei uma reflexão de cunho filosófico sobre a TQ, que é considerada, juntamente com a Teoria da Relatividade (TR), a mais importante teoria científica do séc. XX. Este capítulo será dedicado especificamente ao entendimento da TQ, sob um ponto de vista filosófico, em que serão reintroduzidas, trafegando na contramão do positivismo, as distinções

metafísicas entre essência e existência, propondo no formalismo quântico variáveis de essência e de existência, no sentido definido na Ética de Spinoza.

No próximo capítulo, retornarei com mais ênfase em busca por elementos metafísicos comuns ao projeto científico de Einstein e à ontologia de Spinoza, refletindo sobre outras "afinidades negativas", como a não localidade causal ou holismo experimental, atribuídos à realidade física por alguns contemporâneos de Einstein, como N.Bohr. No capítulo VIII, será abordado o famoso paradoxo do gato de Schrödinger à luz de uma crítica realista de Einstein que tem supostamente a sua gênese no necessitarismo de Spinoza. Será adotada, pois, a máxima que reza que "os amigos costumam ter inimigos comuns". Einstein foi um áspero crítico da indeterminação introduzida pela interpretação probabilística dada ao formalismo ondulatório da TQ. Como já foi dito antes, é sensato supor que Einstein a ela se opôs de uma forma análoga a que Spinoza se opusera a todos os sistemas metafísicos de sua época, que admitiam a contingência, seja da natureza, seja da liberdade da vontade humana, o chamado livre arbítrio. É nesse sentido que afirmarei que Spinoza e Einstein tinham em comum a negação da contingência ontológica, tanto na natureza como um todo, como na natureza humana tomada em separado.

Introdução ao princípio de incerteza

Neste capítulo, o princípio de incerteza ou indeterminação (p.i.) será apresentado através de exemplos didáticos e de forma metafórica, a fim de que possa ser facilmente assimilado por leitores não iniciados na TQ. O nível introdutório com que será abordado este princípio fundamental é compatível com a proposta de apresentar a Física em íntima conexão com as demais atividades do espírito humano. Serão dados também exemplos nos quais o princípio é aplicável macroscopicamente. Em seguida, discutirei a distinção clara que, ao longo da história da Filosofia, se faz entre essência e existência, pretendendo estabelecer na TQ a mesma distinção, através de uma interpretação metafísica da realidade quântica. Proporei grandezas que, respectivamente, melhor representem a essência e a existência de sistemas físicos. O p.i. será interpretado como um limite de resolução da passagem da essência à existência, sendo defendido o ponto de vista de que é um princípio epistemológico fundamental, inerente a todo processo de conhecimento

sensível, que impossibilita o conhecimento completo, não da essência, mas da existência, tornada em ato pelo observador.

A TQ, de um lado, com dualidades, complementaridades, probabilidades e a TR, de outro, com contrações espaciais, dilatações temporais, e curvaturas do espaço-tempo distorcem aquilo que aprendemos à custa de milênios de repetição de prosaicas experiências que se realizam à exaustão no cotidiano e a tudo que denominamos de senso comum. Por que então acreditar em coisas que chocam tanto os nossos sentidos? Segundo os empiristas, não são eles a matéria-prima do conhecimento? O ser humano, todos os seus sentidos, bem como tudo por eles experimentado encontra-se numa escala intermediária entre o mundo do muito pequeno e o do muito grande. Somos muito lentos, se comparados à luz, muito grandes, se comparados a um elétron, e muito pequenos, se comparados às estrelas. Pertencemos e experimentamos um mundo intermediário, quantificado pelo sistema métrico (kg, metro, segundo).

Até o final do séc. XIX, todos os grandes sistemas de pensamento foram construídos em estreita referência a este mundo particular, pois tudo o que dele se afasta não nos pode alimentar a razão imediatamente, via os sentidos. O sofista Protágoras afirmava de alto e bom tom que "*O homem é a medida de todas as coisas*". E para um grego a medida era a justa proporção entre as coisas. Um segmento era harmoniosamente dividido quando suas partes se relacionavam com o todo. Na Música, também a harmonia era decorrente das justas proporções entre os intervalos musicais. Desta forma, o sistema métrico (kg, metro, segundo) tem nítida referência ao corpo humano, pois que este raramente tem mais de 2.0 m em qualquer das dimensões espaciais, raramente ultrapassa 100 kg de massa e a pulsação cardíaca tem período da ordem de 1 seg., delimitando a região espaço-temporal com a qual estamos em interação imediata. Para o conhecimento de outras regiões, situadas em distintas escalas métricas, a experiência deve ser mediada por instrumentos de medida que nem sempre podem ser considerados extensões imediatas dos sentidos, como erroneamente se supõe em geral nos meios científicos menos críticos. Segundo Bachelard, entre os sentidos e a realidade, é interposta uma complexa rede fenomenotécnica de instrumentos de medida.

Se habitássemos a escala atômica, bastaria que um simples raio de luz nos tocasse para fazer-nos vagar a esmo pelo espaço, e possivelmente a nossa consciência apreenderia o mundo de outra maneira: conviveríamos diariamente com incertezas e probabilidades. Segundo o princípio de incerteza de

Heisenberg, o raio $\mathbf{\Delta r}$ de uma esfera em cujo interior um objeto esteja confinado, multiplicado pela sua massa $\boldsymbol{m}$ e pela incerteza $\boldsymbol{\Delta v}$ da sua velocidade, é da ordem de grandeza da constante de Planck dividida por $\boldsymbol{2\pi} = \mathbf{6{,}6x10^{-34}/2\pi.J.s \sim 10^{-34}}$ Isto se escreve: $\mathbf{m\ \Delta r\ \Delta v \sim 10^{-34}}$. Portanto, quanto mais preciso é nosso conhecimento acerca da posição do objeto (quanto menor o raio $\mathbf{\Delta r}$ da esfera em que o objeto esteja confinado) também mais impreciso se torna o conhecimento acerca da velocidade do objeto (maior $\mathbf{\Delta v}$). Reciprocamente, se soubermos com precisão a velocidade de um objeto **(**$\mathbf{\Delta v \rightarrow 0,\ \Delta r \rightarrow \infty}$**,** uma vez que $\mathbf{\Delta r \sim h/m\Delta v}$), o que significa que o conhecimento da velocidade leva ao desconhecimento da posição de um objeto.

Duas histórias rabínicas, passadas na Rússia czarista[1], podem ser consideradas como metáforas do princípio da incerteza. Na primeira delas, um velho rabino seguia, durante mais de 20 anos, o mesmo trajeto de sua casa à sinagoga, observado de longe por um miliciano cossaco que não morria de simpatia pelo judeu. Um dia, o cossaco resolveu implicar com o ancião, interpelando-o:

— Aonde vais velho?

— Não sei — responde-lhe o ancião.

— Pensas que me enganas. Sei que vais à sinagoga, e nesse caso prender-te-ei por me negares a prestar informações!

Já atrás das grades, o velho chama o cossaco:

— Antes de abordar-me, eu sabia para onde ia, porém, depois de sua interpelação, jamais poderia eu saber para onde me levaria. A prova de que falo a verdade é que, sem nada de errado ter feito, cá estou eu na prisão!

A história mostra, em forma metafórica, como um observador (o cossaco) afeta o objeto de seu conhecimento (o rabino), levando-o por caminhos desconhecidos.

Numa outra história, conta-se que em uma escola rabínica o *rabi* (mestre), ao pressentir a sua morte, chamou seus discípulos, revelando-lhes que deixara toda a sua sabedoria escrita num livro-testamento que só poderia ser aberto depois de sua morte. Alertou-lhes, no entanto, que ao tentar consultar o alfarrábio, se deparariam com uma grande dificuldade. Após o seu falecimento, os discípulos apressaram-se para abrir o livro, constando que todas as suas delicadas páginas de papel bíblia foram propositadamente lacradas e que para abri-lo seria, portanto, necessário danificá-las. Depararam-se assim com o seguinte dilema: manter intacto todo o conhecimento contido naquelas

páginas ou as corromper para poder conhecê-las em parte? A natureza do microcosmos é como este paradoxal livro que não se deixa conhecer impunemente. Permanece desconhecida enquanto contemplada, e apenas parcialmente conhecida quando observada.

Essas relações de incerteza caracterizam um limite para o conhecimento, e se tornam cada vez mais dramáticas à medida que a massa dos objetos diminui. Se tivéssemos hipoteticamente a massa de um elétron ($\sim 10^{-30}$ kg.) e supondo que estivéssemos enclausurados no interior do mais simples dos átomos, qual seja o do hidrogênio, o nosso minúsculo corpo estaria dentro de uma esfera de raio de 1 angstrom $= 10^{-10}$ m. Pelo princípio de incerteza, isto acarretaria que a nossa velocidade ficaria indeterminada dentro de uma faixa $\mathbf{\Delta v \sim 10^{-34}/10^{-30}\, 10^{-10} = 10^{6} m/s}$, o que significa dizer que a nossa velocidade poderia ter qualquer valor entre zero e um milhão de metros/seg! Dizendo isto de outra maneira: se tivéssemos a massa de um elétron, alguém que nos confinasse dentro de um átomo de hidrogênio não poderia saber a nossa velocidade.

Se a constante de Planck não fosse tão pequena, experimentaríamos, no cotidiano, a limitação do conhecimento imposto pelo princípio da incerteza. De fato, se a constante de Planck fosse igual a 1, e se quiséssemos conhecer a posição de um objeto de 1 kg com 1 mm de precisão, necessitaríamos de luz para que o objeto pudesse ser observado[2]. A luz possuiria segundo as relações de L. de Broglie[3] uma quantidade de movimento $\mathbf{p = h/2\pi\lambda \sim 1/2\pi 5x10^{-7} \sim 3x10^{5}}$ **kg m/s,** o que equivaleria a um impacto de uma massa de **1 kg a 300.000 m/s**, ou seja, a uma velocidade de um milésimo a da luz! Se a constante de Planck fosse 1 unidade no sistema (kg, m, s) o simples fato de ver um objeto faria com que este fosse bombardeado, por bólidos de luz, vindos de todas as direções, o que tornaria a sua trajetória completamente imprevisível.

A constante de Planck tem a sua origem histórica no estudo feito por Max Planck sobre a relação entre a energia e as frequências de uma radiação eletromagnética, no interior de uma cavidade quente (radiação do corpo negro). Foi depois inserida por Bohr em seu modelo atômico, como sendo proporcional ao tamanho dos saltos quânticos que o elétron deveria dar, ao passar de um estado estacionário a outro de energia. Einstein também a introduziu como a constante de proporcionalidade entre energia e a frequência dos fótons, as partículas que compõem a radiação eletromagnética. Mas foi,

somente a partir das relações de incerteza de Heisenberg, que a constante de Planck tornou-se uma barreira natural ao conhecimento completo das variáveis de estado (existência) que impossibilita a previsibilidade de um sistema no sentido clássico (posição e velocidade). Ao localizarmos um corpo em uma pequena região do espaço, como no interior de um átomo, por exemplo, perdemos a sua trilha e só nos resta atribuir probabilidades à gama de valores da velocidade com que se nos escapa o corpo. Reciprocamente, se lhe tentarmos medir a velocidade, ele se desfaz, enquanto corpo localizado, se espalhando enquanto existência por extensas porções do espaço, e só nos resta apostar que esteja em algum lugar. A interpretação probabilística da TQ é assim uma consequência das relações de incerteza de Heisenberg, enquanto princípio de limitação epistemológica do conhecimento sensível.

Segundo o físico e teórico da comunicação francês, Abraham Moles, o p.i. teve de ser "engolido" por nossa cultura dominada desde o séc.XVII pelo racionalismo-mecanicista e pelo sonho laplaciano de controle e previsibilidade de todo o universo:

> O Princípio da Incerteza (indeterminação) de Heisenberg nos faz dar um passo definitivo na afirmação de uma incerteza do mundo, na medida em que se quer observá-lo já que as variáveis descritivas de cada uma das partículas deste – a posição e a velocidade – encontram-se indissoluvelmente ligadas dentro da relação de indeterminação, se o conhecimento de uma aumenta, o da outra deve diminuir. Era o adeus ao mundo finito e estável cujas incertezas eram aquelas de nossas técnicas e eram redutíveis na medida do progresso destas técnicas. Foram precisos 40 anos aos espíritos mais sagazes do séc. XX para chegar a digerir e fazer a cultura digerir esta proposição (...). Em grande escala, desta vez, o mundo está incerto não por causa das incertezas do mundo das partículas elementares, mas sim por causa de nossas incapacidades de cercá-lo (...) Assim a título de uma ciência do preciso, este mergulho dentro do infinitamente pequeno – que é certamente uma das grandes conclusões intelectuais do séc. XX – não trouxe progressos. Foi dentro da procura por precisão que se encontrou a imprecisão, ela era um mal necessário e transformou-se em uma necessidade do mal antes de tornar-se uma condição epistemológica (...)[4].

O princípio de incerteza macroscópico

Segundo ainda A. Moles, a relação de indeterminação não é algo privativo do mundo microscópico e podem-se dar vários exemplos onde ela ocorre no mundo de objetos macroscópicos que nos cercam. A fotografia, por exemplo,

que é a técnica de captação e impressão de um instante, é regida por um princípio de indeterminação que pode ser escrito da seguinte forma:

qualidade da imagem x instantâneo da cena = constante.

A relação significa que quanto maior a qualidade da imagem impressa, menos ela capta um instante. A qualidade da imagem é tanto maior quanto o diafragma permanecer aberto, mas nesse caso a cena retratada não é a de um instante, mas de uma superposição deles. A constante da relação acima depende da técnica fotográfica empregada. Outro exemplo significativo de relação de indeterminação entre grandezas de estado (conhecimento) em sistemas macroscópicos ocorre quando se quer medir simultaneamente a amplitude e a duração de um sinal eletrônico ou acústico, isso se escreve:

$$\Delta A \times \Delta t = h.$$

Novamente o experimentador se depara com uma limitação inerente ao processo de medida: quanto melhor ele determinar a intensidade de um pulso, menos saberá acerca de sua duração. Esta última relação é muito semelhante ao princípio de incerteza em sua forma temporal:

$$\Delta E \times \Delta t > h$$ [5]

Ambos os exemplos revelam que o processo de conhecimento se caracteriza como uma interação, em mão dupla, entre sujeito e objeto, que limita a escolha do primeiro a um particular aspecto do conhecimento do segundo. Se duas grandezas são necessárias e suficientes para determinar univocamente o estado do objeto, fatalmente o sujeito-observador terá que fazer uma opção acerca de qual das duas variáveis quer conhecer melhor. As relações de incerteza podem ser todas escritas na forma:

$$\Delta(grandeza)_1 \times \Delta(grandeza)_2 = h,$$

onde o símbolo Δ representa a dispersão com que se quer conhecer as grandezas de estado, e a constante h (mais exatamente 1/h) está relacionada com a resolução de todo o processo de medida. Como somente o conhecimento simultâneo de ambas as grandezas determina a evolução do objeto no espaço-tempo, qualquer imprecisão leva ao indeterminismo.

Para O. Pessoa, é possível conciliar a TQ com a epistemologia kantiana, e em particular com a categoria da causalidade, pois, segundo von Weizsäcker

(citado por Pessoa), esta se caracteriza por um juízo condicional: “Se o estado de um sistema fechado for completamente conhecido num certo instante, poder-se-á, em princípio, calcular sempre o estado deste mesmo sistema em qualquer outro instante anterior ou posterior”. Portanto:

> (...) a lei causal permanece verdadeira na mecânica quântica como na Física clássica. A diferença é que nesta última é possível determinar o estado de maneira completa, ao passo que na microfísica tal determinação é impossível[6].

Desta forma, o p.i., que segundo o autor acima citado, é uma das três formas com que pode ser afirmado o princípio da complementaridade onda-corpúsculo, formulado por Bohr em 1928, não invalidaria a epistemologia kantiana, nem a categoria da causalidade, em particular. Ele tão-somente impossibilitaria o conhecimento simultâneo de todas as variáveis de estado de um sistema, o que não permitiria determinar a sua evolução de forma precisa. Assim na TQ manter-se-ia a causalidade, mas não o determinismo. A constante de Planck, que tem as dimensões de *posição x momentum* ou *energia x tempo = ação,* pode ser entendida como um *quantum* de ação, o que a caracteriza um limite de conhecimento, necessariamente decorrente de uma ação do sujeito sobre o objeto.

O indeterminismo no mundo microscópico é exacerbado pela conjunção de dois fatores: a massa do objeto (inércia) e a região do espaço a que o objeto está confinado e na qual o sujeito cognoscente (observador) terá que adentrar com seus aparelhos de medida, já que seus sentidos não o podem observar diretamente. Enquanto estivermos lidando com objetos pertencentes ao domínio (kg, metro, segundo), os apreendemos imediatamente pelos sentidos e estes induzem perturbações tão fracas, em nosso objeto, que podem para efeitos práticos ser desprezadas, diz-se então que o objeto existe independentemente do observador. Segundo a epistemologia kantiana, este então organiza o fenômeno através das categorias apriorísticas do conhecimento, onde o cenário é o espaço-tempo e as relações são causais. A indeterminação aumenta, no entanto, quando se quer conhecer partes cada vez menores do todo, fragmentando a matéria, reduzindo sua extensão até chegar aos domínios nos quais a constante de Planck (10^{-34}) se torna dramaticamente importante. Neste caso, a experiência não nos é dada mais imediatamente, mas sim mediatamente através de instrumentos que interagem fortemente com o objeto, mapeando o mundo microscópico no mundo (kg,

metro, segundo) onde habitamos. Porém, este mapa não é o território, pois o instrumental utilizado traz-nos aos sentidos um objeto *acrescido* e/ou modificado pela ação da medida que é tanto mais dramática quanto menor for o objeto, a região a que estiver confinado ou a duração de tempo em que é "capturado" o momento[7]. O laboratório está situado no mundo (kg, metro, seg.), mas não os objetos microscópicos do conhecimento. Temos assim o conhecimento do mapa e não do território, da foto e não do objeto.

Os sentidos são alimentados por ondas eletromagnéticas que estão na faixa visível de 4 mil a 7 mil angstrom e /ou sons na faixa dos 20 Hz a 20.000 Hz. O conhecimento empírico adentra-nos a mente por estes estreitos portões sensoriais. São nestas faixas que vemos os ponteiros de nossos medidores ou ouvimos os cliques dos detectores, e estes, por sua vez, serão os agentes finais que nos adentrarão a mente que organizará os fenômenos, em forma de leis, em um cenário espaço-temporal. Lembremo-nos, no entanto, que o elétron (10^{-30} kg) habita em uma região de 1 angstrom (10^{-10}m) de raio, domínio das incertezas da constante de Planck, o que torna as informações que provêm deste microcosmo sempre incompletas.

Acredito que de posse dessa pequena e simplificadora introdução ao princípio de incerteza, e suas consequências para a teoria do conhecimento, o leitor não especialista poderá acompanhar com mais facilidade as considerações que se seguem.

Essência e existência na Filosofia

Existe uma milenar polêmica filosófica acerca do que seria precedente: a essência ou a existência de um determinado objeto. Na verdade, a questão remonta aos tempos da Filosofia grega e já se encontrava no cerne da questão do *ser* de Parmênides (c. 544-450 a.C.) e do *vir a ser* (devir) de Heráclito de Éfeso (sécs. VI-V a.C.). Afinal o que *é;* é imutável, atemporal, não espacial como queria Parmênides ou, pelo contrário, o que *é* está em permanente mutação, movimento e conflito consigo mesmo, como queria Heráclito? Platão resolveu o conflito, acreditando em um mundo suprassensível, permanente e atemporal, o chamado mundo das ideias ou das essências do qual o mundo sensível (da existência) era mera cópia imperfeita e, portanto, mutável, tendo no primeiro um limite inatingível. Os atomistas tentaram conciliar o ser com o vir-a-ser inventando os átomos, elementos imutáveis

que se combinariam para criar o mundo das transformações que percebemos pelos sentidos. Aristóteles (384-322 a.C.) dividiu o cosmos em duas esferas: a sublunar, onde ocorriam as transitoriedades do devir, e a supralunar, domínio das essências imutáveis. Para o filósofo mouro, Ibn Ruchd ou Averrois (1126-1198), no entanto, não haveria distinção clara entre a essência e a existência, pois que ambas são frutos da emanação divina, para filósofo e médico árabe Avicena (980-1037) a existência é um agregado da essência e o ser independe de seus atributos. São Tomás de Aquino (1227-1274) combate ambos, percebendo a existência como uma causa eficiente que transcende a essência. Segundo Mora, para o franciscano inglês, Guilherme de Okham (1300-1349), enquanto a essência é o significado através de um nome, a existência seria o mesmo, mas através de um verbo ou ação. Spinoza caracteriza a distinção entre essência e existência, desta forma:

> ["...] pertence à essência de uma coisa aquilo que, sendo dado, estabelece suficientemente a coisa e que, sendo suprimido, a destrói necessariamente e a essência é aquilo sem a qual a coisa não pode ser concebida e aquilo que não pode ser concebido sem a coisa"[8].

O homem tem assim uma série de atributos necessários a sua existência, tais como corporeidade, animação, vida, sensibilidade, animalidade, passionalidade, racionalidade. O conceito de homem não poderá ser concebido se qualquer um desses atributos constituintes de sua existência for suprimido, mas somente a racionalidade e a passionalidade lhe são exclusivas, isto é, não poderão ser concebidas sem o homem. Desta forma, somente esses dois atributos constituem-lhe a essência. Tanto para Spinoza como para seu contemporâneo Leibniz[9], toda essência tende à existência pelo *conatus*, isto é, pela potência e pela necessidade de existir. Portanto, a existência seria a essência em ato. A essência é, pois, imutável (atemporal), pois se assim não fosse não poderia determinar permanentemente algo a ser o que é.

Para Berkeley (1685-1753) e para os empiristas *esse est percipi* (ser é ser percebido). Se percebo ou se alguma vez percebi a Lua, ela existe, e caso contrário ela não existe. A existência é assim relativa ao sujeito (observador) e aos seus sentidos. Para Kant (1724-1804) a coisa em si (*das ding an sich)* pertence ao incognoscível mundo *numênico*, enquanto apenas o mundo *fenomênico* nos é dado a conhecer, ou melhor, conhecer é um processo no qual um sujeito apreende um objeto na sua forma manifesta de fenômeno, e a partir deste momento o entende aplicando-lhe categorias de entendimento

como a causalidade. Para B. Russell (1872-1970) e a escola positivista lógica, a essência é a definição lógica de um objeto, enquanto a existência é a condição de que um determinado elemento de um conjunto satisfaça às condições dadas. Assim x é a raiz de f(x), se e somente se f(x)=0. No entanto, isto não garante que no conjunto dos reais exista algum x que satisfaça a essa condição e assim a essência de x não implica em sua existência. Segundo a definição anterior, existiriam centauros? Um centauro é por definição um ser com corpo de cavalo e cabeça de homem. No mundo real não existem centauros, mas no mundo da mitologia sim. Portanto, enquanto a essência é imutável, a existência pode variar entre os diversos conjuntos que podem (ou não) a conter. A essência assim precede a existência. Veremos mais adiante que a definição russelliana se aplica à TQ, embora nem todas as escolas filosóficas concordem com essa definição. Na filosofia existencialista, a essência é incognoscível e, portanto, não pode definir nem revelar a natureza do homem ou de qualquer outra coisa, por serem estes permanentes vir-a-ser. Desta forma, a essência não pode aparecer, uma vez que é o conjunto de atributos imutáveis que definem a coisa. Para Heidegger, "a essência do ser-aí" (*dasein)* consiste em sua existência. O homem é, ele próprio, o sujeito de seu ser que através de sua liberdade engendra um projeto de si próprio construindo assim o seu existir. A existência pois precede a essência, recriando-a a cada momento. O próprio tempo é pura existência, pois que não possui um ser em si. Em contrapartida, para os essencialistas, como Hegel (1770-1831), o mundo das essências tem primazia sobre o mundo existente sendo este, sim, uma ilusão. O que importa é o ser ideal que prescinde dos seres reais.

A essência e a existência na Teoria Quântica

Estaria a Ciência imune aos milenares conflitos entre existencialistas e essencialistas? Caberia na Ciência tal discussão? Haveria sentido de se falar em essência e existência na TQ? Em caso positivo, que grandezas poderiam melhor representar a essência e a existência de um ente físico? Traria esta secular distinção filosófica alguma contribuição para a Física? Ou esta questão seria irrelevante no âmbito científico?

Para o francês Auguste Comte (1798-1857), o criador do positivismo, estaríamos já no terceiro estágio da história do saber que designa as características globais da humanidade em seus períodos históricos básicos: o

teológico, o metafísico e o positivo. A característica essencial do estado positivo é ter chegado à Ciência, quando o espírito supera toda a especulação e transcendência, definindo-se pela verificação das leis que se originam tão somente na experiência. Comte, pois, suprime da Ciência quaisquer questões teológicas, míticas ou metafísicas. Afirmo, sem risco de erro, que a grande maioria de cientistas contemporâneos defende a posição comtiana e exorciza, na prática, as questões de âmbito metafísico ou religioso. Sendo este, a meu ver, exatamente o ponto fraco da Ciência contemporânea, o seu verdadeiro calcanhar de Aquiles. Tenho uma forte convicção de que certas questões científicas só poderão ser convenientemente esclarecidas se resgatarmos as questões metafísicas, "regredindo", sob o ponto de vista comtiano, aos primeiros estágios do saber. Creio também ser a TQ a que menos pode prescindir de discussões metafísicas, e por isso proponho a reconstrução de uma metafísica quântica na qual essência e existência são clara e distintamente identificáveis.

Como se depreende de algumas das definições dadas anteriormente, notadamente a de Spinoza: *a essência é um conjunto invariante de atributos de um sistema que o define necessária e suficientemente como um ser ainda não revelado como fenômeno ao sujeito observador* (lembrem-se do centauro). Este não poderá conhecê-lo, se não tirá-lo de seu estado ontológico e atemporal, através de uma medida-interação, cujo resultado final é uma descrição espaço-temporal na qual estão situados tanto os aparelhos de medida como nosso corpo material.

Proponho assim que a essência de um ente físico seja a forma como este se relaciona potencialmente com o restante do mundo (vizinhança) sendo, portanto, o operador Hamiltoniana do sistema $\mathbf{H = H(p, x)}$[10]. Esta forma atemporal contém todos os atributos do sistema, tais como simetrias, constantes e todas as potencialidades de movimento de um sistema ainda não observado. Se suprimido qualquer um desses atributos implicitamente contidos na hamiltoniana, o ente se desfaz em consonância com a definição spinoziana. No entanto, a Hamiltoniana é um observável e seus autoestados $|\psi_n>$ são tais que:

$\mathbf{H|\psi_n> = E_n|\psi_n>}$, e representam os estados de existência possíveis em ato ao sistema, enquanto que os $\mathbf{E_n}$ representam o espectro de energia do sistema. E $\boldsymbol{\psi}$**,** a somatória de todas as potencialidades de existência do sistema, se escreve:

$\boldsymbol{\psi = \Sigma a_n |\psi_n>, n = 1,2,3,...}$ que representa matematicamente todas as possibilidades de existência em *potentia* deste ente. Por exemplo, ao jogarmos um dado, enquanto estiver no ar, ele é potencialmente todas as faces ao mesmo tempo. Só depois de consumado o seu movimento, ele revelará a face que se atualizará como existência. Poder-se-ia escrever simbolicamente que o estado não revelado do dado é $\boldsymbol{\psi = 1/\sqrt{6}(|1> + |2> + |3> + |4> + |5> + |6>)}$, onde |1> representa o estado de mundo no qual o dado cai com a face 1 voltada para cima. Como nada sabemos sobre o resultado, atribuímos a cada face a probabilidade de 1/6 = $(\boldsymbol{1/\sqrt{6}})^2$.

Nesta expressão, os coeficientes $\boldsymbol{a_n}$ são tais que $|\boldsymbol{a_n}|^2$ representam a probabilidade de, numa única observação, o sistema estar no estado puro particular $\boldsymbol{|\psi_n>}$, autofunção do operador **H**[11]. Desta forma, na TQ, um estado em potência do sistema $\boldsymbol{\psi = \Sigma a_n|\psi_n>, n= 1, 2,3....}$ poderá se atualizar contingentemente em qualquer um dos estados possíveis $\boldsymbol{\psi_n}$., ou numa combinação finita deles, a depender de como o sistema é observado. Se todos $\boldsymbol{a_n}$ forem nulos, com exceção de um particular $\boldsymbol{a_m}$, o sistema terá **colapsado (atualizado)** em um estado de conhecimento máximo do operador **H** em que a energia $\boldsymbol{E_m}$ do autoestado $\boldsymbol{|\psi_m>}$, é conhecida com precisão. Neste caso, porém, o observador nada saberá sobre o instante de tempo em que foi feita a medida, isto é, haverá uma imprecisão total na medida do tempo. Dito de outra forma, *um autoestado da hamiltoniana é um estado atemporal e qualquer medida feita em um intervalo de tempo finito implicará na mistura de autoestados* $|\psi_m>$ *e na imprecisão da medida da energia*[11].

H designa, pois, a essência atemporal de um sistema no plano numênico ou pré–fenomenal, e $\boldsymbol{|\psi_n>, n=1, 2,3...}$ **a totalidade de seus estados de existência em potência.** O sistema assim descrito é uma essência pura preexistente, pois ainda não percebida (existir é ser percebido, reza a máxima berkeleyana). No processo de conhecimento, que só pode ser realizado através de um ato de medida feito por um sujeito material e ativo, trocar-se-ão *quanta* de ação entre ambos, de sorte que haja uma conversão da essência em existência espaço-temporal. Esse ato de cognição resultará em um estado de existência em ato:

$\boldsymbol{\psi_{1m} = a_1 |\psi_1> + a_2|\psi_2> + a_m|\psi_m>}$ com $\boldsymbol{a_1, a_2...a_m}$ diferentes de zero, e $\boldsymbol{a = a_{m+1} = 0}$, ao qual se denomina de colapso ou redução da função de onda.

Princípio de incerteza como resolução da passagem da essência à existência

Para que o observador possa descrever um objeto existente no espaço-tempo, deve tirá-lo do plano ontológico, onde se encontrava, acrescentando-lhe a sua própria ação cognitiva. A função de onda $\boldsymbol{\psi = \Sigma a_n \, |\psi_n> \quad n=1, 2,3....}$ descreve **genericamente** um estado de existência em potência ainda não atualizado, enquanto o conjunto de coeficientes $\{a_n\}$ não for conhecido. Cada a_n pode variar potencialmente entre 0 e 1, e exatamente nesta liberdade ontológica reside a contingência quântica. Através da medida, os $\{a_n\}$ passarão a ser conhecidos, e neste conhecimento reside a passagem da essência livre dos sistemas quânticos à sua existência, o dito colapso ou redução da função de onda. A essência de um sistema quântico, como definição lógica, e a existência como um elemento de um conjunto que satisfaça as condições impostas pela definição, parecem então convir com a distinção proposta por B. Russell. Ao se escrever a equação $f(x) = 0$, esta não é uma identidade tautológica, pois $f(x)$ pode assumir qualquer valor de seu contradomínio, no entanto, para algum valor particular de $x = x_r$ que satisfaça a equação acima, **existirá** uma raiz de x_r, de $f(x)$. A essência da raiz não garante a sua existência. De forma análoga, pode-se entender a existência de um ente quântico num estado $\boldsymbol{|\psi_m>}$, quando um particular $\boldsymbol{a_m}$ satisfizer as condições:

$$\mathbf{a_n = 1, n = m}$$

$$\mathbf{a_n = 0, n \neq m}$$

É assim razoável propor uma metafísica quântica, enquanto uma Física dos atributos essenciais dos objetos quânticos, ou seja, a sua hamiltoniana e o conjunto de suas simetrias e constantes de movimento. Para que um sujeito-observador obtenha uma descrição existencial em ato no espaço-tempo, com uma precisão $\boldsymbol{(\delta x, \delta t)}$, retira-o do plano metafísico $\mathbf{H(P,X)}$dos atributos essenciais, introduzindo-lhe uma imprecisão $\boldsymbol{(\delta P, \delta E)}$ valendo, entre essas grandezas, as relações de Heisenberg:

$$\boldsymbol{\delta p \, \delta x \sim h}$$

$$\boldsymbol{\delta E \, \delta t \sim h}$$

A primeira das relações é de fácil interpretação, e vastamente difundida nos livros didáticos: se quiser conhecer a posição de um corpo com precisão δx, o observador-sujeito terá de observá-lo com um agente que tenha essa ordem de comprimento de onda, isto é, $\lambda \sim \delta x$, perturbando seu momentum de $\delta p \sim h/\lambda = h/\delta x$.

A segunda relação pode ser assim interpretada: se desejar observar seu objeto num determinado instante **t** com precisão δt, de sorte que o instantâneo de seu objeto situe-se entre $t - \delta t$ e $t + \delta t$, o observador terá que emitir um quantum de ação de energia $E = h\nu$ onde $\nu \sim 1/\delta t$, perturbando seu objeto com a energia $\delta E \sim h/\delta t$. Resultando que os autoestados da hamiltoniana, cujos autovalores estiverem nesta faixa, serão superpostos. Assim, através de uma observação que dure um tempo finito, o sujeito não poderá saber com precisão a energia de seu objeto e, por outro lado, para que este permaneça num autoestado de energia pura E, a medição deverá durar uma infinidade de tempo. Ora, uma observação que dura uma infinidade de tempo não é mais observação, mas sim uma **contemplação**. Enquanto a existência é assim consequência da observação, a essência o é de uma contemplação atemporal. Assim, um autoestado da hamiltoniana não pode ser observado, mas contemplado, o que confere à hamiltoniana a condição de essência descritiva do objeto. A constante **h** é assim um limite de resolução do colapso da essência à existência em ato, via medida.

Quando o observador-sujeito se volta para a existência, que evolui num devir causal espaço-temporal **(x, t)**, permitindo ao observador saber com certeza se o objeto passou por algum obstáculo, orifício ou colidiu com um alvo que deliberadamente interpôs no espaço[12], revelar-se-á o aspecto corpuscular do objeto. Quando o observador não sabe se o corpo passou por um orifício ou colidiu com algum alvo de dimensões δy (o que ocorrerá quando $\lambda \sim \delta y$ ou $h \sim p\delta y$), o corpo será difratado pelo obstáculo, produzindo-se uma franja de interferência num anteparo próximo. Isto se deve ao fato de que, quando o comprimento de onda é da ordem das dimensões do orifício, já não se pode afirmar com certeza por qual ponto do orifício o corpo o atravessará. Assim, pelo principio de Huygens, cada ponto do orifício será uma nova fonte de onda, produzindo-se uma superposição de estados possíveis tendo como efeito uma franja de difração em um anteparo próximo (ver **Figura VII-1, a e b**)

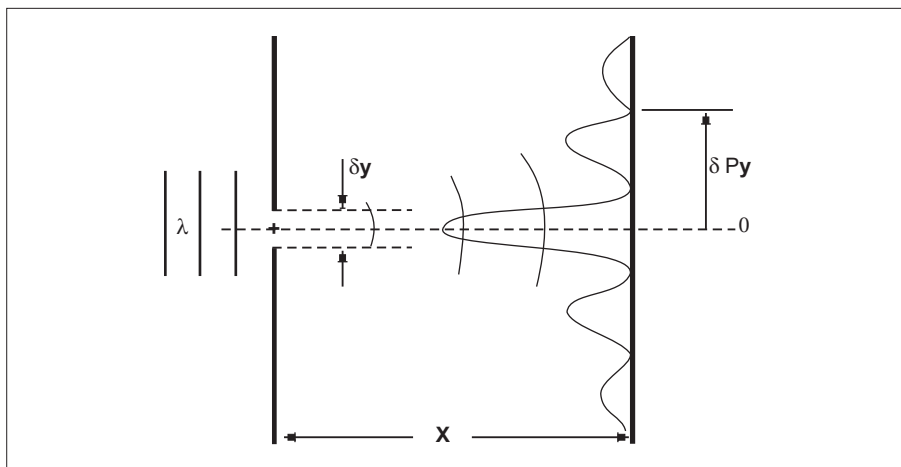



Figura VII -1a Quando um objeto passa por um orifício de diâmetro da ordem de seu comprimento de onda λ, o observador não poderá saber ao certo por onde passou o corpo. Esse desconhecimento fará com que o corpo se manifeste como onda.

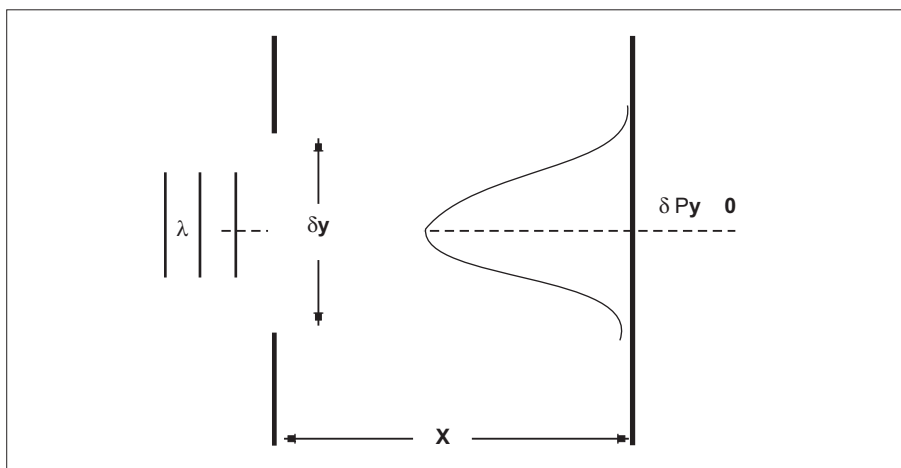



Figura VII -1b Quando um orifício é muito maior que λ, o observador poderá saber com certeza por onde o corpo o atravessou. Esse conhecimento faz com que o corpo se manifeste como uma partícula, tal qual uma bola que entra no gol.

No mundo cotidiano em que vivemos é também possível observar comportamentos tanto ondulatórios como corpusculares das ondas sonoras ou de luz visível. Quando um carro com som muito alto passa por nós com suas janelas entreabertas, ouve-se quase que exclusivamente os sons agudos. Isto se deve ao fato de que o comprimento de onda de um som agudo (f ~15.000 a

20.000 Hz) é da ordem de centímetros escapulindo pelas janelas como se fossem partículas. Já o som grave (f ~ 50 a 200 Hz) é da ordem de metros, sendo, portanto refletido para dentro do carro. Sons com frequências da ordem de 300 Hz poderão ser difratados pelos espaços entreabertos do carro (fendas).

No caso de uma fenda grande, como um carro atravessando um túnel, uma bola entrando no gol ou uma pedra arremessada por uma janela entreaberta, não teremos dúvidas de que o objeto atravessou o orifício passando por um ponto interno deste, e o preço epistemológico a pagar por essa certeza é apagar-lhe os atributos ondulatórios. Diz-se no jargão quântico que o conhecimento *which way* (por qual caminho passou o objeto) apaga o padrão ondulatório, fenômeno conhecido também por *quantum erasor* (apagador das propriedades ondulatórias quânticas).

Isto é o que geralmente ocorre no mundo macroscópico no qual vivemos, pois os comprimentos de onda associados a corpos macroscópicos são muito pequenos, se comparados aos obstáculos ou fendas, o que nos permite afirmar com certeza se vamos ou não atravessar uma porta aberta. O não conhecimento da trajetória (*which way)* faz aparecer o padrão ondulatório. Imagine o leitor como seria complicado viver num mundo onde a constante de Planck fosse muito grande, simplesmente não poderíamos sequer saber se passamos, ou não, por uma porta!

Ao diminuirmos progressivamente o orifício até que se torne comparável ao comprimento de onda associada ao corpo[13], já não teremos certeza se o objeto atravessará o orifício. Assim policiado pelo observador (a metáfora do rabino e do cossaco é bem ilustrativa), o objeto deixa, segundo o p.i., um rastro de possibilidades de existir em posições do espaço transversais ao movimento[14], onde a sua função de onda ψ é diferente de zero, criando-se uma franja de interferência. O arranjo então induz um fenômeno ondulatório em um objeto que antes estava imerso em seu espaço ontológico, que lhe conferia atributos tanto ondulatórios quanto corpusculares, e o sistema observado atualiza-se, de forma distinta, através de uma descrição que privilegia os atributos ondulatórios. O observador escolhe qual das potencialidades do sistema atualizar-se-á, implicando as escolhas em arranjos experimentais distintos (dado um objeto com determinado comprimento de onda, orifícios ou obstáculos muito maiores atualizarão os atributos corpusculares do objeto, e obstáculos suficientemente pequenos farão que ele se comporte como uma onda). *O padrão ondulatório é assim conseqüência*

do desconhecimento da trajetória precisa percorrida por um objeto e da conseqüente superposição coerente de todos os pontos onde o corpo pode estar, considerados como fontes de onda. Numa experiência com dupla fenda, quando o comprimento de onda associado ao corpúsculo for da ordem da separação das fendas, toda vez em que visarmos saber por qual das duas fendas o corpo passou (*which way*), apagaremos o padrão de interferência em um anteparo próximo. Segundo o matemático Von Neumann, qualquer teoria que restabeleça o determinismo será incapaz de prever o padrão de interferência.

Para von Weizsäcker, a vontade do sujeito-observador é relevante na TQ:

> Uma novidade introduzida por von Weizsäcker é o papel da vontade na epistemologia quântica. O sujeito pode escolher se vai observar um aspecto ondulatório ou corpuscular, então, nesse sentido, sua vontade tem um papel na determinação do fenômeno[15].

No capítulo IX, voltarei a refletir sobre a relevância da vontade humana sobre a descrição da realidade quântica.

A crítica de Einstein à complementaridade, ao princípio de incerteza e à contingência da natureza do microcosmo, resultante da interpretação de Copenhague, se deve à essência do conhecimento, quando este é atribuído a um sujeito cognoscente ontologicamente centralizado. Como então poderá a intencionalidade do sujeito dirigida ao conhecimento (ou não) da trajetória *(which way)* de um corpúsculo fazê-lo aparecer fenomenologicamente distinto, ainda mais que esta intencionalidade já se instalou antes da observação, pela própria montagem da instrumentação de medida? A questão essencial é assim entender que o desconhecimento da trajetória faz com que todos os pontos do espaço pelos quais um corpo pode ter passado comportem-se como fontes superpostas dos padrões de interferência, conferindo-lhe um atributo ondulatório, e vice-versa, o seu conhecimento faz com que este padrão desapareça. Mas nesse caso, não será atribuir ao sujeito-observador o privilégio de fazer criar a realidade física de acordo com sua vontade? Não seria melhor entender que os padrões de interferência surjam ou desapareçam por qualidades ocultas inerentes ao objeto físico? Terão os objetos físicos, já embutidos em si, graus de liberdade ocultas que determinarão como serão observados? Responder sim às três últimas questões é assumir uma postura einsteiniana — e por tabela — spinoziana em prol da ocultação das causas.

Estas são as questões nevrálgicas a serem discutidas com cuidado não só nas salas de aula nas quais se ensina a TQ, mas também em grupos de discussão

de pessoas leigas, interessadas na filosofia dessa teoria. É necessário transmitir também a ideia de que um objeto não observado ($\delta E = 0$ ou no caso de uma partícula livre, $\delta p = 0$), e, portanto, não forçado a atravessar nossos arranjos experimentais, ficará *ad eternum* pairando como essência contemplada, ainda não revelada ao sujeito-observador, no plano ontológico de sua hamiltoniana, e de seus atributos atemporais, tais como autoestados, simetrias e constantes de movimento. Nesse plano numênico, entretanto, nenhuma descrição fenomenológica poderá ser feita. Como foi proposto, o princípio da incerteza é interpretado como limite de resolução da passagem da essência à existência. Assim, a incerteza quântica, quando restrita ao plano gnosiológico, não é contraditória à metafísica spinoziana, pois que nesta a contingência vige apenas na proporção do desconhecimento humano, e este se deve à sua finitude. No próximo capítulo seguirei refletindo sobre essas questões.

CAPÍTULO VIII

OS GRANDES PARADOXOS DA TEORIA QUÂNTICA

A incerteza quântica é epistemológica ou ontológica?

Neste capítulo será feita uma reflexão sobre dois grandes paradoxos da Teoria Quântica: paradoxo do gato e paradoxo EPR. Estes paradoxos nos conduzirão a relevantes questões acerca do indeterminismo e incompletude dessa teoria. Será o indeterminismo da TQ próprio da natureza ou das limitações do nosso conhecimento sobre ela? Será então consequência de uma descrição humana incompleta do microcosmos? A incompletude pode ou não ser superada por outras teorias? Ou será ainda que Einstein extrapolou o necessitarismo de Spinoza, impondo condições adicionais como a localidade dos processos da natureza?

Será apresentada uma proposta de entendimento da TQ, na qual estes questionamentos longe de desviarem a atenção dos aprendizes, levando-os a especulações estéreis, como vociferam os pragmatistas do ensino, constituirão a matéria-prima para ricos diálogos que certamente abrirão extensos campos de reflexão nas mentes do mestre e seus aprendizes.

Começarei refletindo acerca de quatro proposições da Ética que são lemas em prol da autodeterminação e da necessidade da natureza de ser exatamente como ela é:

1ª. Uma coisa que é determinada por Deus a qualquer ação não pode tornar-se a si própria indeterminada[1].

2ª. Na natureza nada existe de contingente, antes, tudo é determinado pela necessidade da natureza divina a existir e a agir de modo certo[2].

3ª. As coisas não poderiam ter sido produzidas por Deus de maneira diversa e noutra ordem do que têm[3].

4ª. É da natureza da razão considerar as coisas necessárias e não contingentes, no entanto, imaginamos as coisas como contingentes somente em razão da insuficiência do nosso conhecimento[4].

Esta última responde claramente à primeira das questões formuladas ao considerar a contingência ou indeterminismo científico como "insuficiência de nosso conhecimento" acerca da multiplicidade de causas que determinam uma coisa a ser exatamente como de fato é. Einstein, em suas contumazes críticas à TQ, se aproximará muito desta ideia. Quanto às segunda e terceira, Spinoza demonstra pelo método do absurdo que a contingência só é compatível com a existência de várias substâncias distintas, ou seja, a unicidade da substância, e se ela é Deus, o monoteísmo, só é compatível com a necessidade das coisas de serem exatamente como são e não de outra forma.

Mas o que dizer do indeterminismo reinante no universo microscópico dos átomos e das partículas subatômicas, expresso pelo princípio de incerteza de Heisenberg, que acabamos de ver? E a respeito do princípio de complementaridade de Bohr pelos quais os corpos que habitam a microfísica, a depender de como são montados os experimentos, nos aparecem ora como ondas, ora como partículas? Será a realidade reduzida apenas àquilo que um ser humano observa? Isto não tornaria a racionalidade e o realismo spinozistas, ultrapassados anacronismos? E novas indagações nos passam a desafiar. Vimos anteriormente que o que é conhecido pelos sentidos (a experiência sensorial) traz consigo a incompletude causada pela necessidade de impregnar os objetos do conhecimento com o método e ação implícitos e irrevogáveis da observação. Teriam assim o conhecimento racional e o conhecimento empírico em comum a indeterminação, incompletude e o paradoxo? A metáfora do livro nos revela que é necessário rasgar a natureza para poder conhecê-la parcialmente. Assim, o conhecimento de um estado dinâmico (posição e velocidade ou *momentum*) de um sistema é sempre incompleto para um observador humano, pois só uma delas pode ser medida com precisão. Por

outro lado, o que é conhecido apenas pela razão (como os objetos da matemática) também é limitado pela incompletude, e a lógica não pode criar um sistema axiomático ao mesmo tempo completo e desprovido de paradoxos. Terão estas incompletudes uma mesma essência?

Decorre também da 4ª proposição acima citada outro argumento spinozista a favor da racionalidade e do determinismo, qual seja, que a desordem e o acaso reinantes na natureza não lhe seriam ontológicos, mas sim epistemológicos. Seriam decorrentes do fato de que todo processo de conhecimento resulta de uma ação humana sobre os minúsculos corpos subatômicos, e que embora ainda não saibamos fazê-lo será possível calcular e descontar os *quanta* trocados com esses objetos microscópicos. É como se no exemplo dado no capítulo anterior, o livro da sabedoria que o rabino legou aos seus discípulos, ainda que rasgado, pudesse ser recomposto e lido em sua totalidade. Mais uma vez, no entanto, cabe questionar qual é o sentido do mundo sem um sujeito que quer conhecê-lo. Não será um pseudoproblema perguntar como é o mundo sem um sujeito que faça a pergunta? Spinoza constrói seu sistema a partir da natureza, e não a partir do homem, pois este é apenas um de seus modos, e, embora o filósofo não tenha militado no campo específico da ciência, seu pensamento influenciou Einstein levando-o a defender ideias de ordem, realismo e causalidade da natureza. Isto o levaria a entrar em rota de colisão com Bohr e a interpretação probabilística e não causal da TQ, a chamada Escola de Copenhague. O pensamento científico desde o século XX encontra-se, na verdade, irremediavelmente dividido entre essas duas escolas. De um lado, o realismo monista einsteiniano e, de outro, a irredutível indeterminação proposta pelos físicos quânticos da Escola de Copenhague, liderados por Bohr, Heisenberg e Born, dentre outros. Para o primeiro, herdeiro da tradição realista, todo fato tem uma causa que o antecede e o determina necessariamente, seja ela oculta ou não. Nada pode ser diferente do que realmente é, e nada ocorre acidentalmente ou de forma contingente. Somente a ocultação de uma ou mais causas se nos apresenta na forma de contingências, como reza a quarta proposição de Spinoza acima citada. Já para os últimos, provavelmente influenciados por uma visão ora neo-empirista ora pragmatista, ou talvez por um racionalismo de inspiração leibniziana — quem poderá determinar ao certo de onde vêm as influências do pensamento? — o acaso e a contingência seriam essenciais a todo processo de conhecimento e uma coisa pode ser e não ser, ou ocorrer ou não, de forma imprevisível ou

dependendo de como é percebida. Contrariando as quatro proposições da Ética, acima expostas, nada podemos afirmar ou prever com certeza, e assim uma causa pode desencadear um efeito apenas provável, e, reciprocamente, um efeito pode ter uma causa apenas provável. Aliás nada garante que haja um processo de produção ou gênese de fatos. Para Einstein, essas ideias de contingência do universo, soavam como um perigoso conformismo com o desconhecimento e a magia. De fato, toda mágica consiste na ocultação proposital de uma ou mais causas que a produzem, ao se descobri-las cessa a magia e seus efeitos ilusórios. Assim, para ele, se um coelho foi tirado de uma cartola, ele já estava lá, oculto num fundo falso. Já para Bohr, o coelho é o colapso de uma realidade múltipla, ou a atualização de uma existência em potência na qual estão superpostos estados "coelhos" e "pombas", e somente depois de consumado o ato de observação, surgem coelhos ou pombas, a depender do tipo de cartola utilizada...

Por trás das concepções antagônicas de Einstein e Bohr, ocultam-se visões culturais francamente distintas. Se Einstein é um herdeiro do substancialismo realista do séc. XVII, onde há uma ordem, imanente à natureza, que segue seu curso independentemente da vontade e das representações humanas, Bohr, e seus seguidores, parecem preferir trilhar por um instrumentalismo pós-metafísico, devolvendo ao homem o papel de protagonista ontologicamente central do processo de aquisição do conhecimento. Resultam daí o acaso e a contingência como consequências desse processo onde o homem é sujeito de seu livre-arbítrio, tendo o poder da escolha final, pois, a depender de como constrói seu experimento, seu objeto atualizar-se-á de formas distintas, ocultando sempre alguns aspectos da realidade física. Se em Einstein, via Spinoza, o homem é apenas um elo da cadeia substancial infinita, em Bohr ele é o sujeito central do conhecimento, ainda que não possa determinar, com absoluta certeza, o que irá observar. Em suma, enquanto Einstein menospreza os dados, Bohr convive com eles muito bem.

O gato morto-vivo do Sr. Schrödinger

Erwin Schrödinger (1887-1961), físico austríaco, nascido em Viena, foi um dos pais da Física contemporânea graças ao seu estudo referente à mecânica ondulatória como parte da teoria quântica (TQ)[5]. Adepto de uma

interpretação realista da TQ ficou profundamente incomodado pela interpretação probabilística e indeterminista da função de onda, proposta por Max Born (1882–1970)[6], utilizando, de forma bem humorada, o paradoxo do gato contra tal interpretação. Em 1935, na *Naturwissenshaften,* publicou um artigo em três partes, com o título *A situação atual em mecânica quântica*, em que aparece pela primeira vez o famoso paradoxo[7]. Ele é bem ilustrativo e caracteriza a diferença de interpretação entre realistas e os indeterministas de Copenhague (Bohr, Born, Heisenberg, dentre outros). Apesar de amplamente exposto na literatura disponível, à guisa de clareza, vale a pena formular novamente o paradoxo ou experimento mental proposto por Schrödinger.

Imaginemos um gato preso em uma caixa preta indevassável. Imaginemos um átomo capaz de emitir uma partícula β de carga negativa ou uma partícula a de carga positiva, com a mesma probabilidade de 50%. Se o átomo emitir uma partícula β , um campo magnético intenso a desviará colidindo, sem maiores consequências, com um anteparo. No entanto, se for ejetada uma partícula α de carga positiva, ela será desviada em outra direção, percorrendo uma trajetória, em rota de colisão com um mecanismo elétrico que dispara um martelo que, por sua vez, quebra uma ampola de gás letal, matando o pobre animal recluso. Como, no interior da caixa selada, não se sabe qual das partículas foi emitida, não se pode saber, antes de abri-la, o estado final do gato, se morto, ou vivo. Todos concordarão que se existirem 1000 gatos trancados em 1000 caixas, no final da experiência, abrindo-as, constatarão, sob veementes protestos da sociedade protetora dos animais, que em média 500 gatos permanecerão vivos e 500 morrerão! Até aí todos parecem concordar, a discordância entre as duas escolas ocorre para a interpretação sobre o que sucede a um único gato, em uma única caixa, cujo gás foi liberado por uma única partícula α ou β[8]. Para Einstein e Schrödinger, esse gato singular estará, a depender da partícula emitida pelo átomo, *ou* no estado morto **m** *ou* no estado vivo **v**, e nada mais poderá ser inferido além de que existe uma chance de 1/2 para cada uma das possibilidades, e que elas são mutuamente excludentes. Os quânticos têm, no entanto, outra interpretação para o pobre gato solitário: como a partícula emitida poderá ser β ou α, o átomo estará, após a sua emissão, num estado quântico:

$$\psi_a = \sqrt{½}\ (\psi_a + \psi_b),$$

que representa o estado superposto do átomo com emissão α e emissão β. Antes de abrirmos a caixa, o gato estará em um estado análogo, que pode ser escrito pelo símbolo:

$$\psi_{\phi elino} = \sqrt{½}\,(|m> + |v>),$$

que representa o fato de o gato ser um morto-vivo, o que também significa que ele antes de revelar seu estado é potencialmente morto *e* vivo, *ao mesmo tempo!* Só no ato de medida (abertura da caixa), o gato revelará seu estado atual de existência, mas antes disso este poderá estar potencialmente superposto em dois estados distintos[9]. No citado artigo de 1935, Schrödinger manifesta claramente seu desagrado frente a essa interpretação:

> A função-psi do sistema inteiro expressaria isto tendo nela o gato vivo e o gato morto misturados ou **borrados** (perdão pela expressão) em partes iguais. É típico nestes casos que uma indeterminação originalmente restrita ao domínio atômico seja transformada em indeterminação macroscópica que pode então ser resolvida pela observação direta. Isso nos impede assim de tão ingenuamente aceitar como válido um "modelo" borrado para representar a realidade[10].

Nos últimos cinqüenta anos, tem-se matado o gato das mais diversas e cruéis formas. Além do método, provavelmente de inspiração nazista, por asfixia em câmaras de gás, exposto acima, armas de fogo, armas bacteriológicas e até armas nucleares têm sido imaginadas para a execução do indefeso animal[11]... Versões mais modernas do paradoxo, por questões humanitárias, substituem o felino por sistemas clássicos como campos eletromagnéticos em cavidades. Pela interpretação de Copenhague, é o observador que mata ou não o gato, a depender da maneira como o observa. Como então uma superposição de dois estados quânticos microscópicos poderá produzir uma superposição de dois estados macroscópicos excludentes de nossa indefesa cobaia? — questiona Schrödinger que considera esta superposição como um "um modelo borrado[12] para representar a realidade". Se a indeterminação reinante no microcosmo já era inaceitável, transferi-la ao nosso bem comportado mundo newtoniano, povoado por gatos e caixas, era um absurdo para Schrödinger, que adoeceu de desgosto depois de ter criado o formalismo da Mecânica Quântica ondulatória! Afinal, segundo ele, se antes de abrir a caixa o observador não sabia qual foi o destino do gato, este já sabia muito bem o que lhe acontecera... A propagação do indeterminismo do micro ao

macro pode ser mais drama-ticamente imaginada como um dominó de indeterminações no qual o gato ao morrer cai comprimindo outro botão que aciona um artefato nuclear, com consequências catastróficas não só para gatos, mas para todos nós... Desta forma, as ideias centrais do paradoxo são que:

> (a) não pode haver indeterminismo no varejo (pequenos número quânticos de partículas subatômicas) e determinismo no atacado (grandes números quânticos dos sistemas clássicos), pois o primeiro se propaga ao segundo de forma incontrolável.
>
> (b) um observador humano não pode ter a primazia de decidir, apenas com seu ato de observação, qual é o estado do gato ou de qualquer outro ente da natureza.

A polêmica entre realistas como Einstein, Schrödinger e os quânticos reacende as antigas questões metafísicas do séc. XVII acerca da precedência ontológica entre existência e percepção. Afinal já dizia Berkeley[13] que *esse est percipi* (ser é ser percebido). Leibniz[14], por outro lado, opondo-se ao determinismo spinozista, já construíra um complexo sistema metafísico no qual havia lugar para as contingências, e este mundo seria tão-somente um dos inúmeros "mundos possíveis". Neste mundo, César, depois de proferir triunfalmente "*vim, vi, venci!*", atravessou o Rubicão, enquanto que, em outros, César refugou. Este nosso mundo seria apenas um dos inúmeros "mundos possíveis", tendo Deus o discernimento de criar o "melhor deles". Podemos, então, sem muitas dificuldades, imaginar que César atravessou o Rubicão e o gato que estava atrás dele permaneceu vivo, enquanto num outro mundo César refugou, voltou e pisou no gato que morreu esmagado! Várias indagações poderão ser feitas. Poder-se-ia então, já no séc. XVII, falar num paradoxo do gato de Leibniz?

Interpretações mais modernas da Teoria Quântica como a Teoria dos Estados Relativos de Hugh Everett[15], depois denominada de "Mundos Possíveis", por De Witt, se não eliminam o indeterminismo pelo menos diminuem a importância que o observador tem na interpretação de Copenhague. Segundo Everett, qualquer fato observado pode ser interpretado como a evolução contínua e temporal de uma grande função de onda do universo. Quando um sistema interage irreversivelmente com o restante do mundo (*envirovment*) no qual se inclui o aparato de observação, a grande

função se desmembra podendo então ser subdividida em estados decompostos do sistema e de quem o observa. O observador e todo seu aparato não estão fora do mundo físico, mas a ele pertencem tal qual o sistema que se observa. Neste ato, a grande função do universo se decompõe num processo irreversível chamado de descoerência, e cada ramo da grande função passa a representar um possível mundo. Haveria assim tantos mundos (ou histórias) quanto descorências da grande função do universo. No paradoxo do gato, a interação irreversível deste com o ampola de gás faria a grande função sofrer uma primeira descoerência, decompondo-a em dois mundos distintos e independentes: *mundo 1*= |*gato morto*> = |m> e *mundo 2*= |*gato vivo*>= |*v*>. Depois de aberta a caixa, o universo se subdividiria novamente em outros dois mundos: *mundo 3=observador-vendo-um gato-morto* = |o-v-g-*m*> e *mundo 4 = observador-vendo-um-gato-vivo* = |*o*-v-*g*-*v*>. Essa teoria é realista, pois a grande função de onda é real e sua evolução temporal é única e bem definida. O observador passa a fazer parte do sistema físico que observa, deixando de ser um ente fantasmagórico e supramaterial, como na interpretação de Copenhague. Teriam essas novas interpretações da TQ, reeditado a metafísica leibniziana, compatível com uma realidade superposta colapsada (através de descoerência), de formas distintas, em cada um dos mundos possíveis? César e sua passagem (ou não) pelo Rubicão não seriam ramificações descoerentes da grande função de onda do universo? Será que Einstein gostaria desta teoria? Não creio, pois apesar de ser realista como a Teoria da Relatividade, esta interpretação é tão indeterminista quanto a interpretação Teoria Quântica de Copenhague.

Podemos ainda perguntar se a Escola de Copenhague, inspirada em Berkeley, resgata a identidade entre observação e existência, sendo esta última colapsada somente *após* a observação do fenômeno, à maneira de "*esse est percipi*"? (reveja capítulo VII)

Na contramão dessas concepções, querem os realistas, à moda einsteiniana, que a existência seja univocamente determinada por sua gênese, independente da observação, e então, nosso gato já estaria morto antes mesmo da caixa ser aberta, a depender de como a átomo emitiu a partícula.

Abraham Pais[16] relata que acompanhava Einstein em uma de suas costumeiras caminhadas de volta à casa, quando o pai da TR perguntou-lhe certa vez "*se a Lua continuaria existindo mesmo para quem não estivesse mais olhando para ela*". Einstein jamais se conformou com a interpretação quântica de que algo possa existir, acontecer ou se manifestar de acordo de como é

observado ou de que, de uma a causa dada, poderiam resultar efeitos contraditórios. As proposições da Ética de Spinoza citadas no cabeçalho deste capítulo apontam para essa direção. Teria então a leitura atenta da Ética a força de persuadir um Einstein já consagrado, a jamais se conformar com a ideia de que algo possa existir, acontecer ou se manifestar de acordo apenas de como é observado? Os puxões de orelha que o então renomado Einstein deu no jovem Heisenberg[17], quando este, em 1925, lhe comunicara a criação recente de sua mecânica matricial, construída a partir de operadores observáveis, demonstram a antipatia que o autor da Teoria da Relatividade tinha pela redução do real à observação. A interpretação da escola de Copenhague parece mais próxima de uma filosofia do sujeito, de cunho pós-metafísico (neo-kantiana), na qual a observação e a descrição humanas desempenham um papel preponderante. A citação abaixo parece sinalizar para esta aproximação:

> **Na ciência, o objeto da investigação não é mais a natureza em si, mas a natureza submetida à interrogação dos homens** (...) na mecânica quântica era necessário encontrar fórmulas matemáticas que expressassem, **não a natureza, mas sim o seu conhecimento** (...) **A incidência do método modifica o seu objeto e o transforma até o ponto em que o método não pode mais se distinguir do objeto**[18].

O realismo, o determinismo e a causalidade local têm ainda sérias dificuldades para explicar vários outros fenômenos, que puderam ser observados depois da morte de Einstein, e que as tornam uma opção longe de ser unânime no meio científico contemporâneo. A comunidade científica parece ter aderido às ideias de indeterminação, à não divisibilidade de um todo em partes interagentes e a um crescente pragmatismo em que as teorias científicas nada mais devem ser do que descrições convenientes do mundo visto como mera representação humana. Ao passo que os realistas preferem perceber o homem como uma minúscula porção de um universo regido por leis invariantes e imutáveis de causalidade local.

Dito isto de outra forma, enquanto Einstein prefere buscar a natureza que vige em sua realidade soberana nas próprias coisas, independentemente da observação humana; Bohr e os quânticos preferem ver o homem como o mais eloqüente intérprete da natureza que se desdobra frente ao seu olhar, como convém ao eloqüente sujeito pós-kantiano.

Deixo ao leitor a iniciativa de exercitar seu livre arbítrio — se bem que para Spinoza e Einstein também este último é uma ilusão — com o intuito de decidir entre visões de mundo tão radicalmente distintas e irredutíveis.

O paradoxo EPR: realismo, completude e localidade

Os principais argumentos de Einstein contrários à indeterminação e contingência da Teoria Quântica estão ligados ao assim chamado paradoxo de Einstein, Podolsky e Rosen — conhecido pela sigla EPR. Einstein já tinha expressado, em cartas remetidas a seus amigos, muitas da ideias contidas neste famoso artigo escrito a seis mãos, mas elas vieram à tona de maneira mais clara, a partir de sua publicação em 1935. É importante salientar que Einstein jamais contestou a Teoria Quântica como um todo. De fato, ele estava bem atento ao seu poder de predizer os resultados de várias experiências, e estava tentando mostrar apenas que a TQ não poderia ser uma teoria completa da natureza, e que alguma outra teoria teria de ser invocada para descrever a natureza completamente.

Os três físicos imaginaram um hipotético experimento (*geddanken experiment*) para refutar a interpretação do princípio de incerteza como perturbação imprevisível e incontrolável que o observador, ao tentar medir certa grandeza, lança sobre outra grandeza, também necessária para descrever seu objeto, impossibilitando uma descrição completa da evolução de um sistema físico, abrindo as portas para o indeterminismo e ao anti-realismo[19]. Paradoxalmente, uma cuidadosa interpretação deste paradoxo EPR, do físico John S. Bell, se voltou contra a possibilidade de um realismo através do qual um sistema possa sempre ser analisado através de uma causalidade local mútua das partes que o constituem[20].

O EPR com momentum linear nulo

Imaginemos inicialmente uma forma mais simples de EPR em que uma molécula de *momentum* total zero se divide em dois átomos iguais que se desprendem com *momenta* iguais e contrários. Um dos átomos será a imagem refletida do outro seguindo por trajetórias simétricas, com *momenta* simétricos em qualquer instante. Transcorrido certo tempo, os dois átomos estarão afastados de $\Delta \mathbf{x}$ e não poderão se influenciar mutuamente num tempo $\Delta \mathbf{t}$

menor que $\mathbf{\Delta x/c}$. Isto significa que não poderá haver nenhuma influência entre eles, antes do intervalo de tempo $\mathbf{\Delta t}$**,** em que um sinal luminoso leva para chegar de um ao outro.(ver **Figura VIII-1**)

Um dos átomos será observado por João e outro por Maria. Vamos supor que num determinado instante João resolva medir o momentum de seu átomo, encontrando um valor bem definido **p**. Na TQ um estado de momentum bem definido é uma onda plana que representaremos como $| \mathbf{p} \sim\sim\sim >_1$. Como o sistema todo tem momentum P=0, seu estado será $| \mathbf{p} \sim\sim\sim >_1 | \mathbf{-p} \sim\sim\sim >_2$, se Maria fizer uma medida em seu átomo deverá encontrar um valor preciso **–p.** Imaginemos agora que João mude de ideia e queira medir com precisão a posição **x** de seu átomo, fazendo para tal um outro tipo de experimento que fará a função de onda de seu átomo colapsar num estado $| \, \boldsymbol{\delta} \, \mathbf{x} >_1$ que representa uma partícula com posição bem definida x. Pelo princípio de incerteza que vimos no capítulo anterior o momentum de seu átomo passa a flutuar numa faixa $\boldsymbol{\delta}\mathbf{p} = \mathbf{h}/\boldsymbol{\delta}\mathbf{x}$, onde $\boldsymbol{\delta}\mathbf{x}$ é a precisão com que ele queira localizar o seu átomo. Como o sistema foi criado com momentum total nulo, a função de onda do sistema completo deverá sempre ter momentum total zero. Desta forma, Maria, que nada fez, verá o *momentum* de seu átomo flutuar simetricamente ao de João e o estado quântico de seu átomo não será mais um auto-estado do momentum do tipo $|\mathbf{p} \sim\sim\sim >_2$, que representam estados de *momentum* bem definidos, passando a ser instantaneamente um estado do tipo $| \, \boldsymbol{\delta}\mathbf{x} >_2$ (aqueles que têm posição bem definida). O sistema todo estará num estado composto $|\boldsymbol{\delta}\mathbf{x} >_1 . | \, \boldsymbol{\delta}\mathbf{x} >_2$ Ora, como a mudança na forma de observar de João pode ter influenciado instantaneamente as medidas de Maria? Como as ações de João sobre seu átomo podem se propagar imediatamente ao átomo de Maria? **Assim, os átomos lhes aparecem a depender da forma de como um deles é observado.** Segundo o paradoxo, isto possibilitaria uma comunicação imediata e a distância entre João e Maria, violando os princípios da TR, pois toda vez que Maria vir seu momentum flutuar saberá que João fez a grande distância uma medida de posição em seu átomo. Esses fatos violam dois princípios importantes da realidade física: a localidade e a separabilidade. Enquanto a localidade proíbe ações telepáticas à distância, a separabilidade nos garante que a evolução de um sistema depende apenas de suas próprias variáveis, ainda que anteriormente ele fizesse parte de um sistema maior. Assim o que acontece ao átomo de Maria não pode depender das variáveis ou das ações de

João. A violação destes princípios fazem da TQ um teoria anti-realista no sentido definido por Einstein, que veremos adiante.

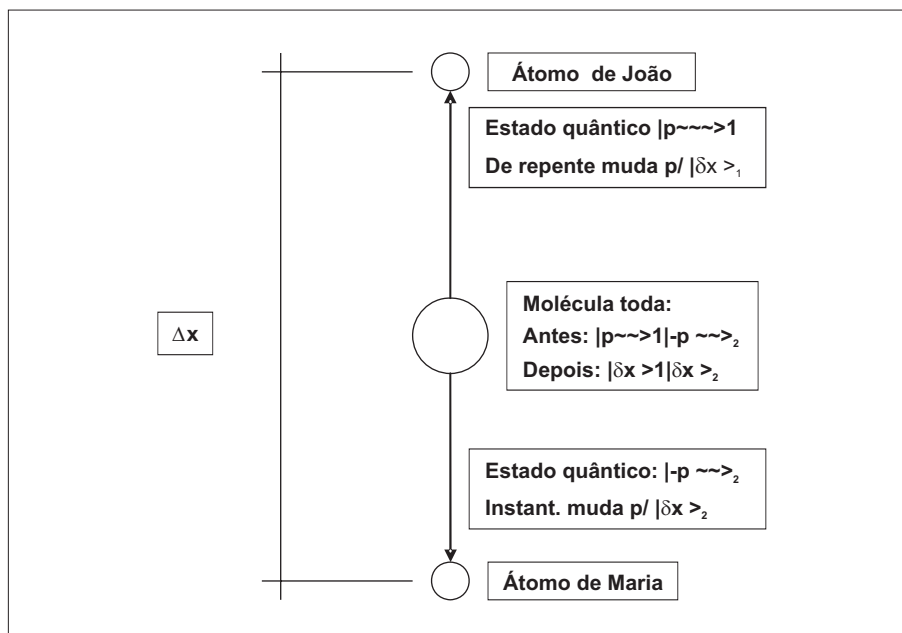



Figura VIII -1

Vejamos o porquê, utilizando uma espécie de *more* geométrico à moda de Spinoza.

Def. 1: Os objetos físicos reais não dependem da forma como são observados.

Trata-se de uma definição muito semelhante à de um realismo filosófico: a realidade independe de um sujeito que a pense ou que a perceba.

Def. 2: Uma teoria é local quando as influências de um corpo sobre outro não podem ocorrer em um tempo menor que a luz levaria para percorrer a distância entre eles.

PROPOSIÇÕES:

1 - A Teoria Quântica é anti-realista.

Demo: isto decorre, imediatamente, da definição 1, pois os objetos da TQ dependem de como são observados.

2 - A TQ não é uma teoria local,

Demo: ela permite correlações a longa distância, violando a TR que impõe um limite de velocidade para a propagação de qualquer interação. Segundo a TR, dois corpos só poderão se influenciar mutuamente se $\boldsymbol{\Delta x/c \leq \Delta t}$. Isto significa que eles não poderão se influenciar antes do intervalo de tempo $\boldsymbol{\Delta t}$**,** que um sinal luminoso leva para percorrer a distância $\boldsymbol{\Delta x}$ que os separa. Portanto a TQ...

Assim pelas def.1 e def. 2 de realismo físico e localidade:

Proposição 3: ANTI-REALISMO implica em NÃO LOCALIDADE

Corolário: O *modus tollens*[21] desta sentença é

LOCALIDADE implica em REALISMO

Def. 3- Uma grandeza física é um elemento de realidade de uma teoria se sua medida puder ser feita com a precisão que se queira, sem com isso perturbar o sistema.

Reparemos que essa definição é compatível com a def. 1 de realismo filosófico, pois, se a medida de um grandeza não afeta o sistema, este existirá independentemente da medição desta grandeza.

Assim a TQ contém apenas 1 elemento de realidade x **ou** p, pois a medida precisa de uma delas perturba a outra, enquanto que a TR e a Física Clássica contêm 2 elementos de realidade x **e** p, pois a medida de uma delas não perturba a outra, e ambas podem ser medidas simultaneamente. Quanto mais elementos de realidade contiver uma teoria mais completa e, portanto, mais real será. Podemos então concluir que:

Proposição 4: COMPLETUDE implica em REALISMO

Corolário: O *modus tollens* desta última sentença é:

ANTI-REALISMO DA TQ implica em INCOMPLETUDE, que é uma das mais importantes críticas de Einstein à Teoria Quântica.

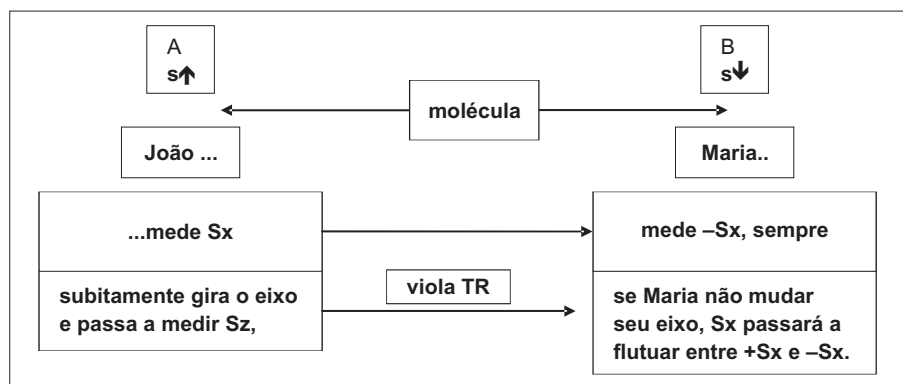
O EPR com spin total nulo

Imaginemos agora uma forma mais complexa de EPR[22], sendo o sistema constituído por uma molécula de spin[23] zero, formada por dois átomos de spins contrários: **s🡅 e s🡇**, isto é, que "giram" em sentidos contrários. Se a molécula for desintegrada, seu spin total permanecerá nulo mesmo que os seus dois átomos estejam afastados o suficiente para não haver nenhuma interação

considerável entre eles. Se Maria medir qualquer uma das componentes do spin do átomo A (digamos a componente Sx do spin) saberá imediatamente que João medirá no átomo B uma componente igual e contrária **–Sx,** sem que com isso precise interagir em absoluto nem com João nem com o átomo B. Se subitamente ela girasse o aparelho para o eixo z, medindo **Sz**, classicamente saberia instantaneamente que João mediu **–Sz,** e não haveria nenhum problema de violação da causalidade, pois a quantidade de rotação (momentum angular) de um sistema macroscópico é sempre bem definida, podendo suas três componentes espaciais ser medidas simultaneamente[24]. Como vimos, neste famoso artigo, Einstein, Podolsky e Rosen definiram que variáveis previsíveis com precisão, e cuja medida não afeta as demais, contêm um elemento de realidade. Definiram também que uma teoria é tanto mais completa quanto maior for o número de variáveis independentes "que contêm elementos de realidade". Assim, a teoria clássica teria três elementos de realidade: Sx, Sz e Sy.

Na TQ, devido ao princípio da incerteza (ver capítulo anterior), o aparelho orientado para medir uma das componentes do spin, introduz uma perturbação que faz com que as outras duas flutuem de forma indeterminada, assim, a depender da orientação do aparelho, só se pode conhecer uma componente de cada vez. Assim, apenas uma das componentes do spin contém "elemento de realidade". Ora, se João, interagindo apenas com o átomo A, girar os eixos de seu aparelho de medição de spin, medindo agora Sz, perturbará a componente Sx que passará a flutuar. Sem uma ação instantânea, como poderá Maria, situada a longa distância, saber quando e em que direção deve ou não flutuar o spin de seu átomo? Da mesma forma que no exemplo anterior, segundo Einstein, essa propriedade quântica poderia permitir que João se comunicasse telepaticamente com Maria: se ele não mudar seu eixo, Maria medirá sempre o mesmo valor -Sx. Se este começar a flutuar, Maria saberá instantaneamente que João girou o eixo de medida do seu aparelho! Tudo se passa como se João e Maria fossem gêmeos separados na maternidade, e depois levados a viver em países distantes, quando subitamente um deles fosse golpeado, o outro sentisse dor! Einstein denominou esse comportamento não causal entre os átomos A e B e a transmissão telepática de informações entre João e Maria de "*spooky action at distance*" (assustadora ação a distância), considerando-o como uma evidência da impossibilidade de interpretação do princípio de incerteza como efeito de uma perturbação incontrolável do processo de conhecimento experimental.

Teoremas mais recentes preservam a TQ contra o argumento de que esta permite comunicação telepática a distância. Um desses teoremas é o da *não-clonagem*, que proíbe a fabricação de um ensemble de cópias de átomos postos no mesmo estado quântico. Isso impede que João se comunique instantaneamente com Maria, pois, para esta se certificar de que o spin de seu átomo não flutua, teria que repetir várias vezes a medida, devendo o átomo de João ser posto todas as vezes exatamente no mesmo estado. O teorema impede a construção de aparelhos (*devices*) que possibilitem esta clonagem de estados idênticos[25].

A posição de Einstein era bem clara: a Teoria da Relatividade é incompatível com o princípio da incerteza, ou seja, com a ocorrência de flutuações na medida de uma grandeza, sejam elas Sx e Sz ou x e p. Portanto, aceitar a TR é acreditar que uma teoria realista e mais completa possa e deva ser tentada no lugar da TQ. Essa teoria seria mais real, pois teria mais "elementos de realidade" que a TQ (ver **Figura VIII-2**).

cadeia silogística:

indeterminação do spin → ação não local

modus tollens: (ação local) → não indeterminação do spin = determinação completa do spin = teoria mais completa = teoria mais real = realismo

Figura VIII-2: As flutuações do princípio da incerteza se propagam instantaneamente de uma parte a outra, violando a TR. As ações locais implicam em realismo.

Estaria Einstein, e seus parceiros, corretos? Uma nova teoria local mais completa, e portanto mais real, deveria ser tentada no lugar da TQ? Tudo levaria a acreditar que sim, se não fosse o físico escocês J. S. Bell, em 1965, ter inventado uma maneira genial de calcular correlações à distância de duas partículas do tipo EPR. Através de um cálculo engenhoso e relativamente

simples, no qual são feitas apenas hipóteses de localidade e separabilidade das variáveis de cada subsistema, hipóteses estas que devem ser respeitadas pelas teorias locais de variáveis ocultas, Bell[26] mostrou que esta família de teorias (sem ação à distância) não pode produzir correlações maiores que a TQ prevê. Isto é, a TQ prevê resultados que violam as desigualdades de Bell, que por sua vez representam o grau de correlação entre medidas feitas a distância nas experiências tipo EPR.

Na década de 80, o resultado de algumas experiências feitas, ao invés de spins, com luz polarizada, ou seja, fótons, não encontraram explicação definitiva por parte dos realistas, pois delas resultou inequivocamente que a correlação entre fótons distantes é sempre maior do que as teorias realistas prevêem. De uma forma muito simplificada, para que o leitor leigo possa entender, uma dessas experiências consiste em observar feixes de luz, provenientes de uma mesma fonte de dois pontos distintos usando filtros. Estes filtram apenas a luz polarizada (fótons), cujo plano do campo eletromagnético coincide com seu eixo de polarização. Assim, a luz que atravessa o aparelho terá uma polarização coincidente com o plano deste. Se um dos observadores girar o plano de seu aparelho, passará a ver luz polarizada com o novo eixo, e aquele que não o fez, nada verá a não ser que gire também o seu aparelho. Esse famoso experimento de 1982, realizado por A. Aspect[27] e colaboradores, é considerado um teste experimental para as desigualdades de Bell que, como foi dito, são violadas pela TQ que prevê correlações sempre maiores que as teorias locais e realistas. A TQ parece ter marcado um golaço contra as teorias realistas!

No mundo quântico, quando alguém gira seus óculos Polaroid, outra pessoa deixa de ver! Nessa experiência, a coisa se passa mais ou menos como se dois pescadores combinassem de usar anzóis grandes para pescar apenas peixes grandes e, de repente, sem avisar, um deles troca o seu anzol colocando um menor, passando a pescar peixes pequenos. Imediatamente, o outro, que nada fez, e que vinha pescando peixes grandes, deixa de pescar qualquer coisa, parecendo que todos os peixes do oceano tornaram-se pequenos. A ação de um dos pescadores influenciou todo o oceano instantaneamente! Como vimos acima, além de feixes de luz polarizada provenientes de uma mesma fonte, também moléculas, depois de divididas, parecem comportar-se de forma telepática. Ao efetuarmos medições numa parte, as medidas efetuadas noutra estão correlacionadas à longa distância sem que aparentemente nenhum sinal

"avise-as", parecendo indicar uma "reminiscência" que as partes têm do todo que lhes deu origem, mesmo este tendo sido fragmentado em partes tão afastadas no espaço-tempo a ponto destas não poderem mais trocar informações entre si. O todo continua sendo formalmente o mesmo, ainda que fragmentado no espaço-tempo[28]. Segundo Niels Bohr[29], o paradoxo EPR — conseqüentemente a experiência de Aspect — só pode ser convenientemente explicado através de um indeterminismo na TQ que implica em uma irredutível incompletude na natureza e anti-realismo filosófico. A argumentação de Bohr se fundamenta no princípio da indivisibilidade de um *quantum* que torna impossível o procedimento de análise dos sistemas em partes interagentes. Um sistema que se fragmenta em várias partes depositará nelas uma memória do todo original, que persistirá em todas elas, ainda que estejam afastadas. Reciprocamente, quando duas entidades se combinam para formar um sistema composto, o processo de fusão conduz a um novo sistema qualitativamente distinto, que não pode ser dividido nas partes que lhe deram origem, e tampouco pode ser separado da instrumentação utilizada.

> Conseqüentemente no domínio quântico, é preciso considerar aquilo que antes foi chamado de sistema combinado como uma situação experimental única, indivisível e global. O resultado da operação toda não nos informa sobre o sistema que queremos observar, mas somente sobre ele como um todo[30].

Para Bohr, o resultado de uma experiência depende da ação do observador sobre o objeto, que jamais poderá ser separado do aparato experimental com o qual forma o todo. Dessa forma, um objeto revelar-se-á apenas depois da medida, e como consequência desta, sendo assim um fenômeno revelado que depende da intencionalidade do sujeito-observador e todo seu aparato (lembremo-nos do gato que antes da caixa ser aberta não estava nem morto nem vivo, mas em um estado morto-vivo).

Como já vimos, no paradoxo EPR, Einstein com sua orientação filosófica muito provavelmente centrada em Spinoza foi radicalmente contrário a essas ideias. Para o grande físico, a realidade não pode depender de nossa intencionalidade nem de como a percebemos/observamos, pois que se recairia em um solipsismo do tipo "A Lua só existe quando a vejo". Além disso, para Einstein, o espaço-tempo, determinado pela distribuição de matéria, é o cenário de relações causais pontuais que se propagam, no máximo, com a velocidade da luz (capítulo VI). Dessa forma, como vimos no EPR, não

poderia haver influências telepáticas instantâneas entre partes de um todo fragmentado e tampouco objetos que não possuam uma realidade própria, mas nos são revelados a *posteriori*, a depender da forma como foram observados:

> A necessidade de tornar a teoria quântica completa nos escapa apenas se assumirmos ou que a medida de um (evento) S1 muda telepaticamente a situação real de (outro evento) S2 ou então negando uma realidade independente a coisas espacialmente afastadas uma da outra. As duas alternativas me parecem inaceitáveis. (tradução do autor)[31].

Para Einstein, assim, a TQ com suas probabilidades, incertezas, interações telepáticas *("spooky action at distance"*) e dualidades, era uma teoria incompleta, pois para ele o acaso é fruto da incompletude e a função de onda nada mais que uma função de distribuição de probabilidades de um conjunto de coisas semelhantes ao objeto de estudo. Estas cópias do objeto se denominam de *ensemble*[32], não tendo elas nenhum significado ontológico. Já na interpretação quântica, um objeto estende a sua influência de forma instantânea muito além de suas fronteiras de corpo material como se tivesse uma invisível aura de existência potencial, ao longo de sua função de onda associada. Uma medida num ponto do espaço produz o colapso da função de onda em todo espaço, como acontece com os átomos de João e Maria... Dessa forma, se dois objetos faziam parte de um sistema mais amplo que lhes deu origem, podem interagir à distância, ainda que estejam apartados no espaço, pois parecem "reconhecer-se" como partes do sistema original. As teorias causais (locais) não conseguiram explicar esses fenômenos que mais parecem mágicas, e buscam ainda descobrir que sutil truque é esse com o qual a natureza nos ilude.

Já vimos também que, segundo Einstein, o indeterminismo irredutível e incontrolavelmente introduzido pelo processo experimental implica em correlações não causais, fazendo da TQ uma teoria incompleta (com menos elementos de realidade) e provisória, que deveria dar lugar a outra, formulada através de variáveis ocultas que descreveriam causas até então ocultas. No caso de nosso gato, a possível variável oculta poderia ser um potencial subquântico do átomo emissor que "guiaria" as partículas α e β, com o que se poderiam saber ao certo as suas trajetórias, e, portanto, o destino do gato. Este já estaria selado antes mesmo que a ampola de gás fosse fragmentada. Enquanto para os quânticos a probabilidade é a possibilidade ontológica de cada objeto singular existir ou não em ato, para Einstein, essa contingência é

fruto do desconhecimento das causas, e a probabilidade não confere nenhum tipo de existência a um objeto individual, mas tão-somente prevê resultados que se aplicam ao *ensemble*. É dessa forma que agem as companhias de seguro para estipular o valor da apólice de seguro de um carro. Baseado em alguns dados, como idade, sexo, local de residência, marca e ano do carro e profissão do motorista, o preço é estipulado em termos de previsões médias com que ocorrem os acidentes de trânsito, nos diversos *ensembles* de motoristas com determinado perfil. Seria necessária uma teoria muito mais minuciosa e complexa para prever, ao certo, a ocorrência de uma colisão para um dado cliente. Para Einstein, a TQ seria tão incompleta quanto uma apólice de seguros... Ao se referir à descrição probabilística e contingente de Bohr e seus seguidores, o físico reitera várias vezes a sua concepção realista e determinista:

> Parece difícil observar as cartas de Deus. Mas sequer por um instante posso acreditar que Ele joga dados e faz uso de meios telepáticos (como alega a Teoria Quântica)[33].

Em carta a Cooper, em outubro de 1949, ele escreve:

(a) existe uma independência entre objetos espacialmente separados.

(b) A função de onda (da teoria quântica) é uma descrição completa da realidade.

(a) e (b) são incompatíveis[34].

Em outra carta, de outubro de 1952, desta feita a nosso já conhecido M. Besso, ele reitera:

> Um estado quântico caracterizaria um estado real completo ou apenas incompleto. Eu rejeito a primeira hipótese porque haveria ação à distância[35].

Esses dois documentos comprovam de forma inequívoca que a renitente postura de Einstein contra a interpretação indeterminista e probabilística da TQ persistiu até pouco antes de sua morte, ocorrida em 1955.

Não seria difícil responder que partido tomaria Spinoza no embate entre Einstein e os quânticos. A depender de sua nítida posição contrária à indeterminação e ao livre arbítrio, defendido por todas as tradições religiosas, nas questões quânticas Spinoza certamente defenderia o ponto de vista de Einstein (melhor diria que foi Einstein que defendeu os pontos de vista de Spinoza). É curioso mencionar que Bohr, sabedor do apreço que Einstein

tinha por Spinoza, cita o filósofo em uma de suas respostas às várias contestações que Einstein fez ao princípio de incerteza, especulando:

> (...) através de uma nova discussão com Einstein em Princeton em 1937 nós não fomos além de uma humorística competição que concerne de que lado Spinoza teria ficado se ele estivesse vivo para ver o desenvolvimento de nossos dias (...)[36]. (trad. do autor)

Por outro lado, o teorema de Bell de 1965, afirma que nenhuma teoria realista local pode prever as correlações previstas com extrema precisão pela TQ, e a experiência de Aspect confirmou inequivocamente esses valores. A TQ foi confirmada e contra fatos não há argumentos! Será que Einstein e seu realismo foram derrotados? Será que as ideias de Einstein não são mais viáveis? E que dizer de nosso Spinoza que já no séc. XVII exorcizara as indeterminações? Devemos desistir de Einstein e Spinoza? Ou nos resta alguma alternativa?

É quase certo que Spinoza e Einstein nesse encontro ficcional teriam em vista uma teoria completa e determinista de variáveis ocultas que suprimisse as arbitrariedades e contingências ontológicas da natureza. Vejamos como David Bohm construiu a mais viável teoria desse tipo.

D. Bohm e uma saída honrosa para o realismo: variáveis ocultas são spinozianas?

O já citado David Bohm, físico e filósofo da Ciência de grande envergadura, que trabalhou na USP e no Instituto Technion de Haifa e cujos trabalhos influenciaram decididamente a interpretação contemporânea que se faz da TQ e da TR. Bohm formulou uma teoria de variáveis ocultas determinista, mas não local, procurando uma alternativa para a interpretação indeterminista e probabilística da Escola de Copenhague. Com isto procurou devolver à Física, a causalidade e o determinismo perdidos com a TQ, atribuindo às partículas trajetórias bem definidas no espaço, ao invés de ondas de probabilidades. A ideia de Bohm foi inspirada na onda piloto de L. de Brooglie e consiste numa partícula pilotada por uma onda. A partícula tem *momentum* e posição bem definidos, porém a onda piloto tem propriedades não locais. Num tempo extremamente curto, um campo mais básico da matéria oscila vertiginosamente dando em média a descrição probabilística da função de onda da TQ. A diferença conceitual entre as duas teorias é que a partir

desse campo **Ψ** altamente flutuante pode-se calcular a velocidade e a posição de uma partícula em cada instante, e, conseqüentemente, ao contrário da TQ, as partículas teriam trajetórias bem definidas resgatando-se assim o determinismo perdido.

Para tal, Bohm faz as seguintes hipóteses:

1 – A função de onda **Ψ** , ao invés de representar apenas probabilidades, representa “um campo objetivamente real”.

2 – Além do campo, uma partícula é representada por um conjunto de coordenadas, que são sempre bem definidas, e que variam de modo definido (previsível).

3 – A velocidade dessa partícula é: $\mathbf{v = (1/m)\ \nabla S}$, onde **S** é a fase da onda, sendo a função de onda $\mathbf{\Psi = R\ e^{(i2\pi S/h)}}$ com R e S reais (a velocidade de fase é semelhante à velocidade da crista da onda).

4 – Além do potencial clássico (cujo gradiente é a força “real”) atuará sobre a partícula uma variável oculta, chamada de potencial quântico, que transmitirá à partícula as rápidas oscilações do campo **Ψ**:

$\mathbf{U = (h/2\pi)2\ x\ 1/2m\ x\ (\nabla^2 R)/R}$, onde R é a amplitude da onda. Este potencial é o elo causal oculto, entre a onda e a partícula, fazendo com que esta tenha um movimento extremamente irregular do tipo browniano.

5 – Finalmente, admitimos que o campo **Ψ** encontra-se num estado de flutuação aleatória muito rápida e caótica, tal que os valores de **Ψ** utilizados na Teoria Quântica são uma media sobre um intervalo de tempo característico[37].

Segundo ele:

> Em nosso modelo (...) admitimos desde o início que o elétron possui mais propriedades do que podem ser descritas em termos da Teoria Quântica. Assim, ele tem uma posição, um momentum (velocidade), um campo de onda e flutuações subquânticas, todos se combinando para determinar o comportamento detalhado de cada sistema individual com a passagem do tempo[38].

Com essas hipóteses, Bohm devolve, ao mundo microscópico, o determinismo tido como perdido. Agora as partículas têm velocidade e posição (portanto trajetórias) bem definidas no tempo, além de que o campo

Ψ é real, oscilando muito rapidamente e dando em média a função de onda probabilística da interpretação da Escola de Copenhague. Assim, da mesma forma com que as grandezas do determinismo clássico podem ser interpretadas como médias de um ensemble probabilístico de grandezas situadas em camadas microscópicas, o indeterminismo, por sua vez, também pode ser reinterpretado como uma média de flutuações de camadas ainda mais profundas de realidade. Revezar-se-iam determinismo e indeterminismo, à medida que se aprofunda a realidade? Assim como no exemplo do gato, a microestrutura do átomo, se observada microscopicamente, selará o destino do animal. A teoria de Bohm opera com propriedades internas "atualmente ocultas" das partículas que habitam o microcosmo, podendo, grosso modo, influenciar seus comportamentos diretamente observáveis.

Bohm chega a demonstrar matematicamente que a indeterminação caracterizada pela constante de Planck diminuiria à medida que se penetra em regiões menores da matéria. No entanto, a constante de Planck é o limite de resolução do conhecimento simultâneo das variáveis que determinam a evolução temporal de um corpo, e assim, segundo Bohm, o indeterminismo, reinante nas regiões atômicas e nucleares, passa a diminuir em regiões ainda menores. Isto é, a constante de Planck, na verdade, não seria uma constante, mas dependeria da ordem de magnitude da extensão espacial observada.

> Construímos uma teoria que contém as relações de Heisenberg como caso limite válida aproximadamente para campos promediados sobre certo nível de intervalos de espaço e de tempo. Não obstante, campos promediados sobre intervalos menores estão sujeitos a um grau maior de autodeterminação do que seria consistente com esse princípio[39]

Desta forma, para Bohm, o universo seria constituído de múltiplas camadas de realidade, sendo os fenômenos ocorridos numa camada mais externa percebidos como a média de outros fenômenos que ocorrem num nível mais profundo. Assim, a teoria das variáveis ocultas seria a mais interna das camadas de realidade que reproduziria em média os resultados da TQ, sendo que esta, por sua vez, reproduziria em média os resultados da Física clássica newtoniana. E assim determinismo e indeterminismo revezar-se-iam a cada passagem de um nível a outro. (ver **Figura VIII-3**)

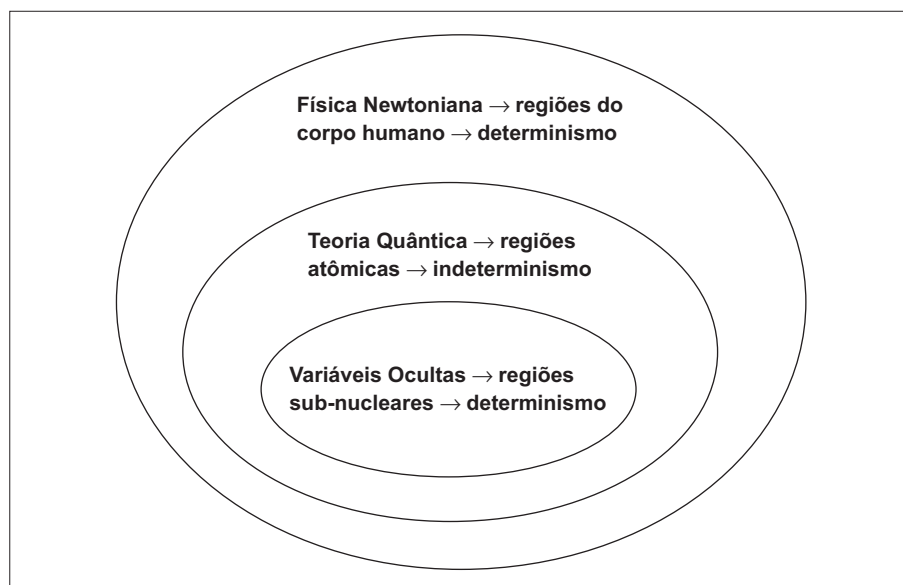



Figura VIII-3: Determinismo e indeterminismo parecem se revezar, à medida que se adentra em regiões cada vez menores.

Segundo os defensores da teoria quântica, a fraqueza principal da teoria de Bohm é que parece ter sido projetada deliberadamente para fazer predições que são, em todos os detalhes, idênticas às da TQ convencional, e que jamais poderão dar resultados diferentes. Portanto, segundo eles, seu objetivo não era fazer uma teoria rival séria da TQ, mas simplesmente demonstrar que teorias de variáveis ocultas são possíveis. A essas críticas, Bohm responde:

> Nunca consegui descobrir qualquer razão bem fundamentada para e existência de um grau tão alto de confiança nos princípios gerais da atual forma da teoria quântica. **Vários físicos têm sugerido que a tendência do século é afastar-se do determinismo**, e que um passo para trás não é muito provável. Esta, porém, é uma especulação que poderia ser feita em qualquer período em relação a teorias que até então foram bem-sucedidas (...) outros, ainda, têm apresentado **uma preferência psicológica pelas teorias indeterministas**, mas isto pode ser conseqüência de estarem acostumados a essas teorias. Os físicos do séc. XIX certamente teriam expressado uma propensão psicológica igualmente forte para o determinismo[40].

Finalmente precisamos entender como Bohm explica a comunicação telepática entre as partes de um sistema composto, como ocorre na experiência

de Aspect ou implícita no paradoxo EPR. Existem duas respostas dadas por Bohm em épocas ou fases distintas de seu pensamento. A primeira delas corresponde a uma fase einsteiniana, quando procura a explicação em termos de variáveis ocultas, numa tentativa de retorno ao realismo clássico no qual os corpos têm trajetórias sempre bem definidas, produzidas por causas igualmente bem definidas, não havendo lugar para contingências e correlações à distância, que são explicadas em função de rápidas flutuações de níveis subquânticos.

> Para responder a essa questão, primeiro notamos que as correlações mecânico-quânticas características têm sido observadas experimentalmente com sistemas distantes somente quando as várias peças do aparelho de observação permaneceram nas proximidades por um tempo tão longo que possibilite uma profusão de oportunidades para que entrem em equilíbrio com o sistema original mediante interações subquântico-mecânicas. Por exemplo, no caso da molécula (descrita no paradoxo EPR), haveria tempo para que muitos impulsos se deslocassem de um lado para o outro entre os dispositivos medidores de spins, até mesmo antes que a molécula se desintegrasse. Desse modo, as ações da molécula poderiam ser "disparadas" por sinais vindos do aparelho, de modo que ela emitiria átomos com spins já adequadamente alinhados para o aparelho encarregado de medi-los[41].

Portanto, segundo Bohm, é o aparelho em equilíbrio com a molécula original que lhe "informa" como esta deve desintegrar-se! Se porventura a orientação espacial do aparelho mudar subitamente, o próprio dispositivo mecânico encarregado de fazê-lo pode ter conexões subquânticas com todas as partes do sistema, transmitindo à molécula um sinal informando-lhe que certo observável, e não outro, será medido.

Spinoza se ouvisse Bohm, de dentro de seu túmulo, provavelmente estaria a dar risadas de felicidade e talvez dizendo: "*Estão vendo que na natureza não cabem contingências e sim determinações, pois uma coisa que é determinada por Deus a qualquer ação não pode tornar-se a si própria indeterminada*". No que Einstein dirigindo-se a Bohr dir-lhe-ia nas alturas onde os dois se encontraram: "*você está vendo que o velho Spinoza estava certo, pois realmente Deus não joga dados!*"

Hoje já se fazem experiências com luz polarizada que permite distâncias da ordem de 500m entre os eventos correlacionados por EPR. Portanto, o tempo necessário para que um sinal leve a informação foi bastante ampliado, o que, segundo os defensores da TQ, torna inviável a explicação de Bohm em

termos de sinais emitidos pelos dispositivos mecânicos que mudam a orientação dos aparelhos. De maneira que os indeterministas viraram o jogo novamente, e é Bohr e Heisenberg que continuam a dar gargalhadas...

Embora a teoria de Bohm (TVO) não seja epistemologicamente superior, pois até agora não previu fatos novos, mas apenas corroborou fatos já previstos pela TQ, ela é ontologicamente muito distinta de sua rival, resgatando um realismo científico que suprime do observador seu papel central de precipitador do real. Nada, no entanto, impede que a TVO futuramente possa vir a ser progressiva, isto é, prever resultados experimentais ainda não previstos pela TQ. Seria, portanto, a TVO a consumação do sonho spinoziano-einsteiniano da possibilidade de uma grande geometria filosófica que reflete um mundo ordenado, racional, inteligível e eterno, livre de incertezas, contingências e complementaridades?

É importante realçar, no entanto, que não se pode confundir o realismo spinoziano com o mecanicismo, levado às últimas consequências por Newton, Laplace e até mesmo por Einstein, que, em certos aspectos, são filosoficamente opostos. O mecanicismo cartesiano entende o universo como um grande relógio constituído por engrenagens que se engatam mecanicamente e estas, por sua vez, sendo analisadas por partes menores autônomas que interagem mantendo a sua independência, nitidamente separadas umas das outras no espaço. Segundo o determinismo laplaciano, o universo seria constituído por blocos de construção autônomos, cujas condições iniciais (posições e velocidades) determinariam univocamente qualquer estado futuro.

O realismo spinoziano, por outro lado, parte de um ponto diametralmente oposto: a substância una, indivisa, infinita e atemporal. Todos os entes do universo são acidentes ou manifestações singulares de uma substância indivisível e univocamente determinada por si própria, sendo apenas neste sentido, e nesta dimensão infinita, que se pode falar em um determinismo absoluto. As partes ou modos, como as denomina Spinoza, pelo contrário, têm de si um conhecimento apenas contingente e inadequado. Lembremo-nos do cantor solitário, do capítulo II, que canta a sua parte musical sem conhecer a partitura toda e sequer a parte de seu vizinho de coral. Enquanto, pois, o mecanicismo constrói o universo com blocos de construção e condições iniciais de repouso e movimento, o monismo substancial de Spinoza começa pela modificação de uma substância una, infinita e indivisa, que se modifica por uma necessidade única e universal. Deste modo, o mundo material e do

pensamento, longe de serem distintos, nada mais seriam, entretanto, que projeções em nosso corpo e intelecto finitos, de uma realidade infinitamente mais ampla e absolutamente racional. Acredito, desta forma, que teorias não-locais de variáveis ocultas, em nada contrariam o realismo spinoziano, pois sua essência não é localidade dos processos da natureza, mas sim a independência e invariância destes em relação ao ponto de vista do observador, que nada mais é do que um modo entre modos da natureza.

As palavras de Bohm acerca da necessidade de um novo paradigma na Física, em que as teorias e os fatos descritos são aspectos de uma mesma e mais ampla realidade, e se relacionam segundo o profético "*ordo e conexio idearum...*", remetem à Ética, sendo os atributos divinos projeções de uma substância infinita. Se Bohm estiver certo, fará o filósofo de Amsterdã parecer um visionário na história do pensamento:

> Assim como A está para B na estrutura do nosso pensamento, o mesmo acontece com os fatos (...) Fato e teoria são, assim, vistos como aspectos distintos de um todo em que a análise em partes separadas não é relevante[42].

Surpreendentes também são as palavras do físico sobre a isonomia entre corpo e mente:

> Não dizemos que a mente e o corpo afetam de modo causal um ao outro, mas sim, que os movimentos de ambos são o resultado de projeções relacionadas de uma base comum de dimensão mais elevada[43].

O *insight* spinoziano continua manifestando-se de outras formas em Bohm, talvez até sem seu conhecimento, quando este propõe que a realidade tridimensional composta de objetos finitos, que se movem no espaço de forma independente ou *autônoma* (o atributo extensão para Spinoza), pode ser entendida como uma projeção de uma realidade multidimensional mais ampla que se move de forma *holônoma*.

No capítulo II, propus que os atributos divinos fossem projeções da substância infinita no espaço restrito de nosso entendimento. Assim, não só o universo material como também o das ideias seriam projeções correlacionadas de uma realidade una e indivisa. Quando propus essa interpretação geométrica para a filosofia de Spinoza (reveja capítulo II) ainda não tinha concluído a leitura do livro *Totalidade e Ordem Implicada,* sendo uma grata surpresa quando li os seguintes textos:

> Podemos ver cada uma das partículas como uma projeção de uma realidade de "dimensão mais elevada", e não como uma partícula separada, existindo conjuntamente com todas as outras em um espaço comum tridimensional (...). Desse modo, (como de fato pode ser demonstrado graças a uma consideração mais cuidadosa da forma matemática das leis quânticas aqui envolvidas) cada elétron age como se fosse uma projeção de uma realidade de dimensão mais elevada[44].

> Desse modo será, em última instância, enganoso, e sem dúvida errado supor que cada ser humano é uma realidade independente que interage com os demais seres humanos e com a natureza. Pelo contrário todos eles são projeções de uma totalidade única (...) Nosso método global estabelece questões acerca da natureza do cosmos, da natureza em geral, da vida e da consciência. Todas elas foram consideradas, em nosso método como projeções de um fundamento comum. A este podemos chamar de fundamento de tudo que existe (...)[45].

Os textos acima citados revelam uma fase menos mecanicista e mais holística, na qual o físico norte-americano procura desvincular-se da restrita causalidade local einsteiniana, porém sem se afastar do substancialismo de Spinoza.

O que foi dito acima por um dos mais importantes físicos da era pós einsteiniana parece ser uma versão moderna da Ética na qual a substância aqui aparece como "realidade de dimensão mais elevada", seus atributos, como projeções e os modos como elétrons ou partículas aparentemente separadas. Não fui, entretanto, o único a perceber a convergência das ideias de Bohm com a metafísica spinoziana. Se a academia sempre tão zelosa em fazer cumprir o rigor metodológico me acusasse de especular de forma pouca científica, teria na Dra. Nise da Silveira um forte álibi, pois que em *Cartas a Spinoza*, ela consegue também vislumbrar entre a ordem implicada e a substância, "encontros", "muitas afinidades" conceituais, bem como "aproximações de visão de universo":

> Só recentemente alguns físicos estão vindo ao seu (de Spinoza) **encontro**, sem dúvida usando um outro vocabulário. Assim David Bohm, físico contemporâneo, parece-me **ter muitas afinidades** com você. Existiria uma dimensão oculta de infinita profundidade, que Bohm denomina de ordem implícita. Da ordem implícita originar-se-ia a ordem explícita, correspondendo ao nosso mundo dos objetos, que se movem no espaço e no tempo. A totalidade da ordem implícita, oceano de energia, não é manifesta para nós; apenas nos apercebemos de alguns de seus aspectos, pois é condição de nosso pensamento não conseguir apreender a totalidade em seu completo esplendor. Vejo em David Bohm **aproximações com a sua visão de universo**[46].

Se grandes personalidades de outras áreas de conhecimento, como Nise da Silveira, podem se aperceber que uma multidisciplinaridade unificadora começa a permear extensas áreas do conhecimento contemporâneo, estabelecendo entre elas profundas relações de correspondência, por que a visão de grande parte dos físicos, e o conseqüente ensino que se pratica nas academias, continuam a ser ensimesmados e apresentados como isoladas construções internas da Física, que se bastam e se sustentam a si próprias? Por que nas academias é quase uma heresia estabelecer afinidades ou até mesmo analogias entre teorias científicas e sistemas metafísicos?

Se o leitor deste texto for um professor de Física moderna, sugiro que possa revelar a seus aprendizes, em toda a sua extensão e magnitude, uma questão essencial para a história do pensamento científico moderno: a centralidade ou não da observação humana da natureza. É este, a meu ver, o núcleo duro da mais importante polêmica da Ciência do séc. XX que foi exposta, qual seja, a de se repensar a posição existencial de um sujeito frente ao "seu" fenômeno, ou como de um eloqüente precipitador da realidade física ou singelamente apenas um de seus constituintes, posição esta que será defendida no próximo capítulo. A proposta pedagógica para a Física moderna, aqui apresentada, consiste peremptoriamente em não deixar passar em brancas nuvens as questões ontológicas, nem apenas reduzi-las às construções da Física e às suas anomalias internas. É relevante, pois, explicitá-las, desdobrá-las, fazê-las aparecer em palestras ou nas salas de aula através de um diálogo que gere tensões e relaxamentos, e que instigue os aprendizes a vislumbrar desdobramentos filosóficos, sem medo de que estas questões sejam consideradas, pelos segmentos acadêmicos mais ortodoxos, como anticientíficas ou de cunho especulativo ou metafísico.

Vontade, fenomenologia e as rodas da fortuna da Teoria Quântica

"A probabilidade de algo acontecer está na razão inversa do quanto é desejada". (17ª lei de Murphy)

Vontade e observação

Vimos no capítulo VII que na Teoria Quântica (TQ) o fenômeno é a precipitação de uma realidade física sobre um observador através de um aparato

de medida que ele deliberadamente interpõe no percurso dos objetos microscópicos que visa conhecer. Desta forma, coerentemente com a proposta de pensar, fazer e ensinar Física com um olhar disposto a captar-lhe sua essência filosófica, refletirei sobre a vontade humana como força motriz do conhecimento. Acredito que um ensino de Física que vise formar pensadores críticos, e não meros técnicos operadores de paradigmas vigentes (e hoje a TQ é comprovadamente uma teoria vigente), não deve se omitir diante desta questão.

Refletimos também no capítulo anterior que na TQ, observador, aparato e objeto estão inextricavelmente ligados através do ato de observação, pois o último se revela como fenômeno, *acrescido* da ação de observação[47]. O sujeito não poderá mais separar o que é próprio do objeto (a coisa em si) do que foi a ele acrescido pela vontade e ação de conhecê-lo. Para Bohr[48], um elétron é mais que um conceito lógico que deixa rastros na consciência: ele **é** também a própria experiência de observação.

Ao montar experimentos para detectar uma partícula qualquer, o observador impregna o espaço físico com ideias, métodos e com sua vontade que precedem ao ato de detecção[49]. É esclarecedor o que nos diz W. Heisenberg, um dos criadores da TQ, além do descobridor do princípio de incerteza:

> A noção da realidade objetiva das partículas elementares se dissolveu de forma muito significativa, não numa nova noção de realidade, obscura ou ainda não compreendida, porém na transparente claridade de uma matemática que descreve, menos o comportamento das partículas elementares, que do nosso conhecimento acerca do referido comportamento. Vemos-nos obrigados a considerar como único objeto da ciência o nosso próprio conhecimento daquelas partículas (...) As vulgares divisões do universo em sujeito e objeto, mundo interior e mundo exterior, corpo e alma não servem para mais nada a não ser suscitar equívocos (...) **Na ciência, o objeto da investigação não é mais a natureza em si, mas a natureza submetida à interrogação dos homens** (...) na mecânica quântica era necessário encontrar fórmulas matemáticas que expressassem, não a natureza, mas sim o seu conhecimento (...) **A incidência do método modifica o seu objeto e o transforma até o ponto em que o método não pode mais se distinguir do objeto**[50].

Na fenomenologia da TQ, o ato pelo qual o sujeito visa conhecer seu objeto é uma intervenção tão intensa que aquele não pode distinguir mais a realidade daquilo que é o fruto da ação em busca do conhecimento desta realidade. Inclusive, como vimos no paradoxo EPR, essas ações (que visam o conhecimento)

propagam-se de forma não-local de uma parte a outra do sistema. Deseja-se assim conhecer uma realidade que só ganha uma existência concreta, segundo a interpretação de Copenhague, através da observação que, por sua vez, está condicionada à vontade do observador. Vimos no EPR que se João, por ato de sua vontade, decidir medir a posição, ao invés do *momentum*, de seu átomo, não só o seu, mas também o átomo de Maria será observado com flutuações em seu *momentum*. Assim, é impossível saber no microcosmo onde termina o mundo da matéria e começa a mente pensante, a vontade e a linguagem. A interpretação de Copenhage revoga as fronteiras entre a intencionalidade do sujeito, seu aparato e o real. Como ilustra o esquema abaixo:

Percepção = Realidade (em si) + Ato de observação (Ao, irredutível a uma lei causal)

P = R + Ao

Realismo: é possível separar o ato de observação Ao dos "objetos em si":

P = R + Ao —> R = P – Ao:

As coisas em si (R) podem ser conhecidas descontada a ação de observação.

Anti-realismo (idealismo): não é possível a separação: → R = P

O Real é aquilo que é percebido por um humano no contexto experimental visto como um todo.

(*Esse est percipi*)

Vigoram no meio científico contemporâneo duas alternativas mutuamente excludentes: o materialismo, no qual tudo é matéria, inclusive o pensamento, e o idealismo, no qual tudo é a consciência do sujeito que reflete o mundo na forma de suas representações. Mas uma terceira via é possível, um monismo panteísta no qual pensamento e matéria são atributos de uma mesma substância material e pensante da qual o sujeito humano, objeto e toda a natureza são seus modos (singularidades).

A primeira das alternativas é um materialismo objetivo no qual a mente não passa de um epifenômeno da matéria, isto é, o mais refinado de seus estados, sendo assim o conhecimento, uma relação causal entre sistemas materiais: um objeto real espalha agentes causais (radiações eletromagnéticas, sons etc.) que são captados pelos nossos sentidos, estes também vistos como aparatos da sensibilidade que os enviam através do sistema nervoso ao cérebro, onde se completa o processo de conhecimento através de um complexo sistema de ligações neuronais, criando-se um mapa do mundo externo. Este realismo radical que parece ser cômodo para o cientista, tem, no entanto, limitações. A primeira delas é que sujeito e objeto, como entidades materiais, ficam separadas no espaço-tempo influenciando-se causalmente. Como vimos, vários fenômenos quânticos não podem ser explicados através da localidade causal. As desigualdades de Bell, que não deveriam ser violadas por teorias de causalidade local, são sistematicamente violadas nas experiências de Aspect, parecendo indicar uma estranha ação à distância, quase que telepática, através da qual as partes relacionam-se com o todo. Dito de forma mais precisa, no reino do microcosmo, os *quanta* de um sistema composto não podem ser espacialmente divididos em partes constitutivas, pois que o todo é formalmente indivisível. Se um sujeito (João) interage com uma das partes, um outro sujeito (Maria) percebe imediatamente à distância os efeitos dessa interação, pois que as partes jamais podem ser formalmente separadas do todo original. As coisas se passam como no exemplo dado dos dois pescadores que combinassem de usar anzóis grandes e, de repente, sem avisar, um deles troca o seu anzol, afetando a pescaria do outro. O materialismo não pode dar conta destes fenômenos.

Já no idealismo (anti-realismo) o universo orbita, como representação, em torno de um sujeito humano soberano e central que precipita a realidade, no ato de observação, de acordo com sua intencionalidade. O sujeito-observador torna-se um ente supramaterial colocado à margem das leis da natureza. Acredito ser este um solipsismo também difícil de sustentar, e sobre o qual farei uma reflexão crítica no próximo capítulo.

Finalmente, chego à opção panteísta de Spinoza, que me parece a mais adequada solução metafísica para a essência do problema do conhecimento, à luz do indeterminismo do microcosmos. Sem violar nenhum dos princípios da Física, pois convive bem com a TR (ver capítulo VI) e com teorias de

variáveis ocultas deterministas, sejam elas locais ou não, ela funde sujeito e objeto na substância universal que a todos engloba, eliminando o dualismo entre matéria e pensamento na forma da já citada EII prop. VII: *Ordo e conexio idearum idem est ac ordo et conexio rerum.* ("A ordem e a conexão das ideias é o mesmo que a ordem e a conexão das coisas"). À verdade assim de uma proposição impõem–se, ao mesmo tempo, coerência com outra proposição, bem como, correspondência destas com os "estados de mundo" a que se reportam. Obedecendo à regra já suficientemente discutida no capítulo II: se I é uma ideia acerca de um estado de mundo E, e I* é uma ideia acerca de E*, então se o estado E causa E*, então I implica em I*.

Resumidamente, como já vimos algumas vezes antes: se $E \rightarrow E^*$ então $I \supset I^*$.

Como havia sugerido no capítulo II, antes de ter lido as ideias de Bohm aqui expostas, a realidade é simultaneamente matéria e pensamento que refletem a substância única, infinita e causa de si, como projeções em dois planos. As imagens (ideias e objetos) "movimentam-se" em planos distintos e parecem ser independentes, mas são tão-somente reflexos dessa mesma substância. No plano material, os objetos se causam (ou não), uns aos outros e concomitantemente no plano das ideias estas se deduzem (ou não) umas das outras. A coerência entre estas é assim uma consequência da correspondência que têm com os objetos ou estados de mundo. As proposições ou crenças não são verdadeiras porque coerentes, mas sim coerentes porque verdadeiras. Os domínios da matéria e do pensamento, embora distintos, não podem mais ser separados em entidades autônomas, pois são apenas atributos de uma mesma essência: pensar é refletir algo material que obedece a leis análogas às da razão. Poderíamos até especular que as limitações que impedem o conhecimento completo dos sistemas microscópicos, permitindo que se conheça apenas a nossa própria intervenção no processo, corresponderiam limitações no próprio sistema de pensamento lógico-axiomático. Não seria o *ordo e conexio idearum* spinoziano uma premonição dos teoremas da indecibilidade e incompletude de Gödel? Estes teoremas que exprimem limitações cognitivas de alguns sistemas lógicos (por exemplo, os da aritmética) poderiam ser as contrapartidas do princípio da incerteza que exprime, por sua vez, a incompletude do conhecimento empírico[51]. Deixo esta indagação em aberto para os lógicos matemáticos.

Convivendo com a probabilidade e as rodas da fortuna

Na TQ e no mundo microscópico, como consequência da incerteza com os quais são os objetos localizáveis, joga-se numa loteria de possibilidades, o chamado acaso[52]. Discutiu-se no capítulo VII que um acontecimento quântico é o colapso da função de onda do sistema, provocado pelo observador, na interpretação de Copenhague (ou uma descoerência da função de onda do Universo, provocada por um processo irreversível, na interpretação de Everett), de um espectro de outras possibilidades superpostas. Um dado *antes* de ser lançado ao espaço tem a potencialidade de exibir as suas seis faces simultaneamente. Só depois será revelada a única face possível, depois de consumado seu movimento. De forma análoga, na TQ a medida de um certo observável corresponde a um colapso do espectro de suas possibilidades de existência. Um objeto é então descrito por uma função de onda, cuja interpretação probabilística lhe confere apenas possibilidades de ser encontrado numa certa posição. Isto dilui a sua existência no espaço, transformando-o numa nuvem probabilística, conferindo-lhe uma *potentia* (no sentido aristotélico, uma potencialidade latente de existência ainda não consumada) de múltiplas possibilidades existenciais simultâneas em pontos distintos do espaço-tempo[53]. Medir um determinado valor de alguma das grandezas que descreve um objeto no espaço é atualizar algo que existia apenas em *potentia*, tornando-o existente, assim como sortear uma carta de um vasto baralho é torná-la real frente a todas as outras que jazem inertes e não reveladas na mesa de jogo. Numa loteria, sabe-se de antemão que as possibilidades de ganhar são reduzidas e as paixões anteriores ao sorteio, bem como a frustração posterior, é proporcional à chance de sucesso. Afinal Spinoza na prop. XI da EIV já havia previsto que as coisas contingentes ou apenas possíveis nos afetam menos que as necessárias, pois imaginar-se possuidor de livre-arbítrio é sempre mais cômodo que reduzir-se a um modo singular agindo por causas ocultas. No universo quântico, todos os eventos, como um simples spin de um elétron, são apenas possibilidades, tornando a ânsia pelo conhecimento diluída entre as várias probabilidades. O cassino quântico superpõe coerentemente no plano da *potentia* não só os spins de elétrons, mas todos os objetos microscópicos, antes de desvelar-se-nos, como objetos separados, enquanto existência precipitada. "Deus não joga dados", dizia Einstein, mas nós seres (modos) finitos e limitados, sim, pois não temos do mundo

microscópico mais que um conhecimento parcial. O mundo se nos apresenta assim como uma onipresente rede de possibilidades, sendo o acaso, o asilo de nossa provisória, ou quiçá definitiva ignorância. Prováveis, pois, são todos os estados, mas só um, de cada vez, revelar-se-á aos nossos sentidos, como um dos mundos possíveis com existência real. O objeto precipita sua existência no espaço-tempo, mas só é existente, a cada colapso de onda, em um único estado dinâmico. Vimos ainda no capítulo VII, que se quisermos saber a trajetória de um corpúsculo (*which way*) só poderemos interpor-lhe obstáculos que tenham dimensões muito grandes comparáveis ao seu comprimento de onda ($l = h/2\pi p$). Neste caso, teremos a certeza de que o corpo atravessou o obstáculo (ou fenda), o padrão ondulatório desaparecerá, e viveremos num mundo familiar determinístico de trajetórias bem definidas e previsíveis no sentido clássico. Mas diminuindo progressivamente a dimensão dos obstáculos até que se tornem da mesma ordem de grandeza do comprimento de onda do corpo, o padrão ondulatório ressurgirá, como por encanto, e não poderemos assegurar com plena certeza qual foi o caminho seguido pelo corpo nem sequer se passou pelo orifício. A dúvida gera o padrão de interferência enquanto que a certeza o apaga! Se imaginássemos um mundo no qual a constante de Planck fosse muito grande (da ordem de 1 unidade), viveríamos diuturnamente a impossibilidade de saber se nossos prosaicos objetos de uso diário, como bolas, atravessaram as metas de um campo de futebol nem se nossos carros passaram pelos túneis da cidade! A tirania da certeza de conhecer os objetos passo a passo se veria constantemente frustrada e teria de ser substituída por uma dúvida levando à enriquecedora experiência das superposições de estados possíveis que se manifestam em ricos padrões ondulatórios de interferência. Voltando ao mundo micro, a evolução de um objeto no tempo se reduz a fazê-lo transitar por seus estados dinâmicos prováveis, não dependendo mais de uma ação preestabelecida e calculada *a priori*. Em suma, no microcosmo quântico, não poderemos sempre impor trajetórias claras e distintas aos corpos materiais, mas tão-somente induzir-lhes possibilidades de trajetórias que se superpõem gerando padrões de difração em média descritos pela função de onda.

Neste ponto, o mestre e seus aprendizes poderão imaginar uma partida de futebol quântica, com uma imensa constante de Planck ($h \sim 1$). Se o comprimento de onda da bola for da ordem de grandeza da meta, os jogadores não poderão saber ao certo para onde chutaram a bola, pois a meta difratará

a bola gerando padrões de interferência na rede! Haverá pontos que a bola jamais poderá tocar e outros fora da meta que poderão ser considerados como gol! O gol pode ser tão provável quanto a bola ser chutada na bandeirinha de escanteio. A diferença, porém, é que os torcedores quânticos não se frustrariam com esta última possibilidade...

Voltando às questões inicialmente formuladas, será esse bizarro mundo quântico compatível com a racional geometria metafísica de Spinoza? Acredito que em alguns aspectos sim, e em outros não, pois o spinozismo não nega a contingência com que sobre nós se precipitam os fatos da natureza, mas a atribui não a ela, mas à precariedade de nosso conhecimento acerca dela. O que nos parece incompatível com o spinozismo é o papel central, e quase fantasmagórico, atribuído ao observador pela Escola de Copenhague.

A segunda parte da Ética é finalizada com esse precioso exemplo, mostrando o filósofo como conviver com as rodas da fortuna:

> Resta apenas indicar quanto o conhecimento dessa doutrina é útil para a prática da vida, o que veremos facilmente pelo que se segue: (...) **Enquanto ensina como devemos conduzir-nos perante as coisas da fortuna, isto é, que não estão em nosso poder**; por outras palavras, perante as coisas que não resultam da nossa natureza, **a saber, esperar e suportar com igual ânimo as duas faces da fortuna,** uma vez que todas as coisas resultam do decreto eterno de Deus com a mesma necessidade que, da essência do triângulo, resulta que seus três ângulos sejam iguais a dois retos[54].

Finalizando este capítulo com certa dose de fantasia, acredito que se Spinoza fosse um pensador contemporâneo, manter-se-ia fiel à proposta filosófica de buscar uma teoria que fosse gradativamente se aproximando da certeza, e, portanto, de um realismo desprovido de incertezas. Tal qual o mito de Sísifo, reconheceria, no entanto, que a tarefa seria infinita, pois um tal realismo esbarraria em um limite inatingível de conhecimento absoluto. Continuando a fantasiar, acredito que Spinoza se satisfaria com uma teoria de variáveis ocultas que resgatasse o realismo perdido com a TQ, mas se renderia frente às limitações de uma causalidade local. Na sua metafísica, os modos finitos são produzidos pelos modos infinitos (as leis) e estes pela substância projetada em seus atributos (ver capítulo II). Portanto, os modos finitos não são produzidos por outros modos finitos, apartados no espaço, e assim uma teoria não-local não violaria nenhuma de suas proposições, e seria ainda corroborada pelos fatos. Creio que Einstein fez uma leitura radical de

Spinoza. Foi um discípulo mais ortodoxo que o mestre. Quis mergulhar tão a fundo na Natureza que esta se lhe apresentasse livre das incertezas e contingências que, no entanto, são irremovíveis para um ser finito. A finitude da mente e do corpo humano limita a "quantidade de certeza" que se pode ter do mundo. Spinoza não exorcizou a contingência, apenas a atribuiu a um provisório ou talvez eterno desconhecimento da totalidade das causas que movem as coisas existentes no mundo. Percebeu que somente para Deus, e sua mente infinita, a Natureza age de forma certa e determinada. Einstein quis ir além: buscou uma geometria universal que contabilizasse todas as causas e efeitos físicos macro e microscópicos, eliminando quaisquer indeterminações fossem elas ontológicas ou epistemológicas. Spinoza entendeu que Deus e os seus modos (coisas singulares como o homem) são dimensionalmente distintos, enquanto Einstein quis jogar xadrez com Deus, e com Ele aprender como são as regras do jogo do universo. Conseguiu em parte, falhou em outra.

A lição agora a ser transmitida aos estudantes é aceitar a indeterminação, as tais "faces da fortuna", pois elas têm sido confirmadas pelos experimentos, e saber "suportar com igual ânimo as suas duas faces: cara e coroa, nota boa e nota ruim, gato morto e vivo, onda e partícula, gol e chute para fora e ... teoria quântica e variáveis ocultas!

Parte IV

UMA PEDAGOGIA FILOSOFANTE DA FÍSICA

CAPÍTULO IX

DESCENTRALIDADE ONTOLÓGICA DA NATUREZA NA METAFÍSICA DE SPINOZA

No capítulo VIII refletimos sobre alguns dos paradoxos que a indeterminação da Teoria Quântica fez incidir sobre o que pode ser entendido como realidade física. Vimos as restrições que Einstein tinha em relação à interpretação de Copenhague, e também como Bohm conseguiu criar uma nova teoria, partindo de uma ontologia totalmente distinta, mas que produz resultados equivalentes à TQ. Vimos também que, embora o spinozismo não seja incompatível com a indeterminação e a contingência, os entende como formas de conhecimento provisório vigorando apenas até o momento em que causas até então ocultas sejam reveladas, restituindo a necessidade dos fatos que decorrem uns de outros de forma unívoca. Einstein se aproximou muito desta ideia, embora sua crítica à TQ fosse mais ampla, estendendo-se à não-localidade dos colapsos da realidade sobre o observador. Bohm, da mesma forma, introduzindo variáveis ocultas na axiomática da teoria, resgatou o determinismo dos acontecimentos microscópicos. Ambos, portanto, optaram por uma atitude spinozista na Física, subtraindo do observador, ou do ato de observação, a centralidade cognitiva dos processos da natureza. Afinal, os gatos de Schrödinger não precisam de observadores humanos para lhes dizer se estão mortos ou vivos...

Neste capítulo iremos além dessas questões, extraindo da história da Física, a partir do Renascimento, uma crítica à forma antropomórfica vigente de se pensar, fazer e ensinar a Ciência hoje. Como creio, esta forma é consequência do pensamento contemporâneo, que confere ao homem uma posição decodificadora e ontologicamente central no universo, e da qual decorre a excessiva importância atribuída ao observador humano. Mostrarei também a compatibilidade da metafísica spinoziana (na qual a natureza é entendida como uma cadeia causal de acontecimentos físicos, paralela a outra cadeia silogística de ideias) com a epistemologia moderna que demanda que uma boa teoria não só descreva, mas também preveja fatos novos.

No próximo capítulo, vislumbrarei as possibilidades de uma pedagogia filosofante, descentralizada e descentralizadora, de fundamentação spinozista, em que mestre, aprendizes e o fluir do conhecimento são modos finitos, ressonantes e emaranhados de uma única substância infinita.

Desta forma, naquilo que considero uma vigorosa atitude descentralizadora da metafísica spinoziana, buscarei elementos que conduzam a uma práxis oposta à epistemologia do sujeito voluntarioso e central, vigente na Ciência contemporânea. Isto será completado, ao longo desse capítulo, culminando, no próximo, com a proposta de uma pedagogia da Física que, ao operar na modificação finita do aprendiz, o dispensa de orbitar em torno de um mestre-sujeito centralizador do seu conhecimento. Isso implica que cada ato, do qual participe o aprendiz, ganhe uma dimensão cosmológica, percebendo-se ele como um modo extenso e pensante, imerso nas forças da natureza, e não apenas um mero calculador de previsões. Será proposto ainda que a descentralização do mestre-sujeito demande a descentralização da sala de aula como *locus* central do aprendizado. Assim, mestre e aprendizes, estabelecendo um diálogo num campo de ressonâncias com a natureza, serão percebidos como singularidades imersas num campo de forças, e não mais como sujeitos transcendentais externos, resultando daí uma pedagogia que devolva ao aprendiz a possibilidade de ressoar os apelos do mundo, ao qual sempre pertenceu, como um de seus entes ou modos de ressonância. Em suma, proponho uma pedagogia da Física sem sujeitos, objetos e uma ciência sem os observadores sobrenaturais que habitam o universo da interpretação de Copenhague. Começarei com uma rápida investigação histórica que tornará mais claros os propósitos deste capítulo.

Um universo sem centros

Desde o advento da Filosofia moderna com Descares no séc. XVII, culminando com a grande construção epistemológica kantiana, o sujeito humano, dotado de uma razão transcendental, visa à construção de representações do mundo, tornando-o um inevitável centro de referência. O que deixar de ser-lhe referenciado será considerado apenas um pseudoproblema, pois só ao homem, e à sua razão, oferecem-se problemas autênticos. O mundo físico foi assim confundido com o *mapa mundi* das representações humanas. O homem, aprisionando-se numa redoma epistemológica, e perdendo sua dimensão modal finita, afastou-se da substância do qual é um modo de ser, julgando-se ainda o senhor da linguagem e do pensamento. É possível acompanhar esse longo processo de altivez do sujeito, através da História da Física.

No séc. XV, Copérnico propõe, na obra "*Das Revoluções dos Corpos Celestes*", o sistema heliocêntrico, em que todos os planetas descrevem órbitas circulares concêntricas em torno do Sol. É uma descrição matematicamente muito mais simples do que a complicada engenhoca escolástica, proposta por Ptolomeu, com seus artifícios tais como os epiciclos, eqüantes e deferentes, ou das complexas esferas homocêntricas de Eudóxio, criados tão-somente para salvar os fenômenos, sob o ponto de vista geocêntrico. Esta cosmovisão vigorou desde os tempos bíblicos até o Renascimento. Quando, por exemplo, no episódio bíblico em que o líder Josué pede ao Sol que permaneça imóvel nos céus para assim prolongar o dia, permitindo aos judeus guerrear contra seus inimigos, em plena luz do dia, trata-se, como não poderia deixar de ser, de uma abordagem geocêntrica do cosmos perfeitamente condizente com os tempos bíblicos. Já entre os gregos, somente Aristarco de Samos ousou desafiar o geocentrismo, e a visão preponderante entre quase todos os grandes pensadores pós-socráticos era a de um universo constituído por uma majestática Terra central, circundada por "sete céus" ou sete esferas homocêntricas de cristal, a saber: a esfera lunar, as cinco esferas dos planetas visíveis a olho nu (Mercúrio, Vênus, Marte, Saturno e Júpiter), e a última esfera, a das estrelas fixas, seria o horizonte visível deste cosmos finito. O universo aristotélico que vigorou até o Renascimento, tinha assim o tamanho do olhar desnudo do homem. Este, lançando olhares desde um ponto central e privilegiado do mundo, era, segundo o sofista Protágoras, "*a medida de*

todas as coisas sejam elas existentes ou não". Quando Copérnico propõe seu modelo heliocêntrico, muito mais simples que as construções geocêntricas de Eudóxio e Ptolomeu, não poderia imaginar as profundas implicações filosóficas e religiosas que isto teria, desalojando a Terra e o homem do centro do universo, e catapultando-os para um ponto qualquer do espaço. Descobriu-se depois que a Terra gira a uma considerável distância do Sol, estrela de quinta grandeza que gira, por sua vez, em torno do centro de uma galáxia insignificante, a Via Láctea que gira, por sua vez, como bilhões de outras, em torno de um grande atrator, que, por sua vez, também se move. O princípio escolástico *tudo que se move, assim o faz devido a outro*, implicava necessariamente na existência de um motor imóvel, causa primeira e central de todas as coisas. O modelo de Copérnico foi o primeiro passo para superar de vez as ideias de repouso absoluto e de centro. O monge dominicano Giordano Bruno foi ainda mais longe, sendo queimado nas fogueiras da Inquisição por afirmar que o universo, assim como tudo que é infinito, não tem centro.

Kepler, após exaustiva análise de dados colhidos pelo astrônomo dinamarquês Tycho Brahé, aprimora o sistema copernicano, concluindo que as trajetórias dos planetas sequer eram circulares, mas sim, elípticas. Derrubando outro dogma, caríssimo de toda a civilização ocidental pós-socrática: os astros como criaturas perfeitas e quintessenciais do universo, deveriam mover-se em movimento circular uniforme, pois o círculo era uma figura sacralizada por sua total simetria em relação a um único centro, este reservado à majestosa figura humana, feita à imagem e semelhança divina. Kepler com sua elipse assimétrica de eixos distintos, além de dois inaceitáveis focos, desferiria mais um golpe mortal ao narcisismo humano. Mas o homem ainda se apegava à sua majestática e egóica posição central.

Galileo Galilei costumava responder aos cardeais escolásticos da Igreja, com que propósito teria Deus construído um mundo em que todos os céus mover-se-iam diuturnamente, de leste a oeste em torno da Terra e o Sol percorreria anualmente o cinturão zodiacal. Pergunta ironicamente Galileo, com seu vigoroso estilo, encarnado em seu *alterego* Salviati, que Deus tão perdulário ou tão pouco inteligente produziria tais movimentos somente para deixar o homem e a sua Terra solene e imóvel, como centro deste desnecessário maquinismo? O sábio toscano, além de seus incansáveis argumentos em favor do sistema de Copérnico, também consegue contestar o geocentrismo com argumentos de pura racionalidade energética: afinal o

que é mais fácil arrastar o banquinho do pianista até o piano ou puxar o piano para aproximá-lo do banquinho?

Em seguida, apontando seu telescópio para os céus percebe, com seus próprios olhos, que estes não são feitos da quintessência etérea, mas dos mesmos materiais com que são feitas as coisas terrenas. Os sete céus desabavam sobre a Terra, mas o homem preferiu entender que ele é que subia aos céus. Rompidas as esferas supra e sublunar, a orgulhosa criatura, feita à imagem e semelhança de seu Criador, voltou-se altiva a si mesmo depois que a hierarquia escolástica entre o sagrado e o profano havia ruído.

Paradoxalmente, a revolução copernicana, enquanto subtraía da Terra a condição de centro estático do mundo, conferiria ao seu morador a condição de sujeito central. Assim, desde o Renascimento o homem atribuiu-se o papel de protagonista, ou *proto agonista*, o primeiro combatente do drama universal. Já no final da Idade Média surgem várias ilustrações pictóricas desse esplêndido protagonista abarcando o mundo. O Homem Vitruviano, de Leonardo da Vinci, retratado de braços e pernas estendidos, ocupando a grande esfera que contém o universo centrado em seu umbigo; e o David de Michelangelo, majestoso em sua exuberância anatômica, são os ícones do orgulho renascentista de um homem-sujeito que deixava de ser a passiva criatura frente ao seu Criador, buscando ultrapassar seus limites e transgredir a sua finitude.

No séc. XVII, as escalas naturais pitagóricas, geradas a partir dos modos harmônicos de vibração dos corpos, sucumbem frente ao recém-inaugurado ideal racionalista, sendo substituídas pela escala cromática, rigorosamente dividida em 12 semitons idênticos à décima segunda raiz de 2[1]. Os teclados foram assim temperados, segundo esta conta de chegada. Surge a elaborada música de um sujeito racional, em substituição à música em estado de natureza. Bach, e seus prelúdios e fugas do *Cravo Bem Temperado*, inauguram esplendorosamente essa nova "música do sujeito", elevando novamente o protagonista aos céus, em pungentes diálogos com seu Criador. No entanto, o homem esquecera a origem natural de seus sons, e a música, a Ciência e o pensamento que se seguiram refletem sua postura orgulhosa diante do mundo, não mais fonte, porém cenário para suas ações. Ele então se apegava à sua majestática posição central, arrastando todo o universo para fazê-lo girar em torno de suas representações.

Desde o dia em que Newton avistou em seu jardim de Whoolsthorpe, uma maçã se desprendendo da macieira, em 1666, foram necessários mais

vinte anos de profunda reflexão para maturar e ordenar as suas ideias. Finalmente isto ocorreu em 1687, quando foi publicado *Os Princípios Matemáticos da Filosofia Natural* que constituem a primeira grande exposição e a mais completa sistematização da Física clássica, sintetizando em uma única obra toda a cinemática de Galileo e a Astronomia de Kepler. Maçãs, luas, planetas, sóis, cometas, homens, pedras ou formigas seriam regidos pelo mesmo conjunto democrático de leis, acabando-se com mais de dois milênios de dicotomia entre o imperfeito e transitório mundo de coisas inanimadas e o transcendental mundo das vontades e motivações humanas: sob o ponto de vista mecânico não há diferenças entre homens e pedras, todos os entes da natureza movem-se sob as mesmas leis de força e movimento. A vontade humana teria também que se submeter às mesmas leis. Mas o homem insistia em atribuir-se leis supramateriais que o descreveriam como uma vontade livre e soberana sobre os demais entes da natureza. Segundo o dualismo cartesiano, enquanto o corpo movia-se mecanicamente, a vontade humana era posta acima das leis da natureza. Assim, o homem revestido de livre arbítrio absoluto, poderia optar livremente entre o bem e o mal, sendo-lhe imputado crime e castigo por seus atos, escolhidos por uma vontade autônoma.

Como já vimos nos capítulos V e VI, Einstein, em 1905, elimina o último cenário imóvel, aristotélico e privilegiado do universo, sepultando de vez a ideia de um éter em relação ao qual as leis da Natureza poderiam ser escritas de maneira única e singular, propondo, ao invés, uma democratização de todos os sistemas de referência em que estas leis, e apenas estas, seriam absolutas e universais, sendo invariantes para quem quer que as observe. Cairia assim o espaço-tempo newtoniano absoluto, como sensório e hálito de Deus, assim como o último bastião escolástico: o éter quintessência que permeava as esferas de cristal do mundo. Não existiriam mais tábuas estáticas de salvação às quais se agarrar, para manter o homem a salvo de sua insignificância cósmica.

Por que as evidências de uma progressiva descentralidade cosmológica da natureza levaram o homem, na contramão, a uma posição epistemológica de centralidade? Por que o *cogito* cartesiano e as categorias kantianas seguiram-se à queda do geocentrismo escolástico? Em suma, por que a revolução copernicana aponta, na astronomia, numa direção descentralizadora, ganhando na Filosofia o sentido oposto? Parece-me que a busca por uma resposta a essa questão faz convergir o projeto científico de Einstein à metafísica de Spinoza. Quando fiz este questionamento à Profa. Nancy Unger,

comentadora das mais renomadas da obra de Heidegger, ela sugeriu-me algo que aponta para essa convergência. Segundo ela, a hierarquia aristotélica dos céus fazia do homem um prisioneiro da esfera central sublunar, domínio das transitoriedades, assim essa centralidade, longe de lhe conferir uma centralidade ontológica, o afastava da perenidade e da ordem dos céus. Rompida, com o sistema copernicano, a hierarquia escolástica entre céus e a Terra, esta e seu mais eloqüente morador passavam a flutuar nos céus. O homem deixava assim de ser a criatura afastada de seu Criador, tornando-se protagonista de uma nova ordem: a criatura tornava-se sujeito. O centro astronômico do universo foi transferido para as entranhas do pensamento humano. Muitos aspectos desse antropocentrismo vigoram até hoje, engessando o pensamento do homem, aprisionando-o em sua egoidade, como centro ontológico e cognitivo do universo, pois o homem apegou-se à posição central de sua subjetividade transcendental. É nesse sentido estrito de uma descentralidade ontológica do homem que, a meu ver, a metafísica de Spinoza, e a Física de Einstein convergem para mais um ponto comum, pois em Spinoza o pensamento do homem é um modo do pensamento da substância, enquanto seu corpo é um modo da extensão. Para Einstein, a pretendida unificação das leis da natureza universalmente válidas, englobaria e estabeleceria as próprias condições para a existência humana. A realidade vige por si mesma, independente de um sujeito transcendental, feito pela filosofia pós-metafísica, como centro epistemológico do mundo. Não seria este o sentido das já citadas palavras do físico ressoando aos apelos spinozianos?

> Além de mim, fora de mim, estava o mundo imenso, que existe independentemente dos seres humanos e que se nos apresenta como um enorme e eterno enigma [...][2].

Apesar de todas essas evidências antiantropomórficas, certos sistemas filosóficos, ditos pós-metafísicos, apenas deslocaram a metafísica para o interior da consciência humana, tornando-se ela própria uma substância. Insistem ainda em manter o homem como senhor da linguagem e do pensamento, como se depreende do texto de Heidegger:

> O homem se comporta como se ele fosse criador e senhor da linguagem, ao passo que ela permanece sendo a senhora do homem. É salutar o cuidado com o dizer. Mas esse cuidado é vão se a linguagem continuar apenas a nos servir como um meio de expressão[3].

O texto abaixo de Jonhatan Rée, num ensaio sobre Heidegger, ressoa também de forma inequívoca a descentralidade, que pretendo em Einstein e Spinoza, do homem frente ao mundo em que vive:

> Não, somos, enquanto cuidado, um objeto fixo no interior do mundo, mas uma extensa rede de atenções para com ele (...) não podemos nos aproximar da autenticidade tentando ausentar-nos do mundo, mas apenas identificando-nos escrupulosamente com as tramas de cuidados que amarram o mundo. O cuidado revela nossa existência como sempre "à-frente-de-si-mesma-ao-já-estar-em-um-mundo"[4].

Em oposição aos que reivindicam para o homem uma primazia ontológica, e uma posição epistemológica central municiada por uma razão categorial *apriorística* ou de uma epistemologia humana centralizadora, acredito na *metacosmologia* de Spinoza onde a ação, a linguagem e o pensamento humanos, como modos finitos, têm a mesma importância ontológica que a Terra; no sistema copernicano: a morada do homem situada num pequeno planeta periférico de uma pequena galáxia periférica. Que papel poderia ser atribuído às ações humanas diante de uma *natura* infinita na qual não existem centros, nem pontos, nem referenciais singulares ou privilegiados? Em que diferiria, na metafísica spinozista, o pensamento humano de um pensamento universal no qual pedras, átomos, estrelas ou a poeira cósmica também pensariam refletindo-se na autoconsciência do universo? Segundo Spinoza, diferiria apenas na medida da complexidade de seu corpo e de seu pensamento. Mas muito antes de Spinoza, nas origens fundantes do pensamento ocidental, não seria então a infinitude da natureza, expressa pelo princípio heraclitiano *Ηεν Παντα* (*En Panta)* "tudo é um", o ponto de partida para apreender o ser finito do homem em relação permanente com o universo? Afinal, segundo o filósofo de Éfeso: "*(...) só uma coisa é sábia, conhecer o pensamento que governa tudo através de tudo*"[5].

Neste caso, não seria então razoável supor que se o homem está revestido de humanidade, como dizem os humanistas, estariam da mesma forma, as pedras revestidas de *pedreidade*, a água de *aquosidade*, a lua de *luneidade* e o universo de *universalidade*? Tais questões nos remetem não só a uma ecologia do homem numa Terra não antropomorfizada, mas, principalmente, a uma pedagogia filosofante, pensante, e não apenas pensada, de onde é subtraída ao homem a sua egoidade, construtora de categorias cognitivas com as quais ele, situado *fora* do mundo, o visa representar. A partir do *cogito* cartesiano, e

principalmente depois do criticismo de Kant, o homem despregou-se da natureza, porque a tem como algo disforme à qual tem de acrescentar a sua razão ordenadora que a restaura enquanto forma, sentido e inteligibilidade. Assim, em torno da grande catedral kantiana, entre a natureza e o homem, ergueu-se uma parede de vidro intransponível, sendo oferecida ao homem apenas possibilidades de representações de um mundo bruto, desprovido de relações e organicidade, que lhe é extrínseco e ontologicamente inferior, e do qual pode apenas esboçar representações. É lhe vedada a porta de acesso ao ser da substância, simplesmente porque o homem deixou de se perceber como um modo de ser, evadindo-se da natureza, trancando-se em seu *cogito*, o que, por outro lado, é também um modo de ser: o modo de ser do sujeito transcendental pós-renascentista.

Será a ciência melhor que a mitologia?

Que bons argumentos podemos dar a nossos aprendizes acerca da escolha de uma teoria científica em detrimento de outra? No capítulo VI refletimos sobre a Teoria da Relatividade, mostrando como a partir de uma axiomática muito simples Einstein construiu uma teoria que, para pequenas velocidades, retrovê os mesmos resultados que a teoria newtoniana, mas que, para grandes velocidades, prevê fatos inteiramente novos. No capítulo anterior mostramos como a Teoria Quântica e a Teoria de Variáveis Ocultas descrevem e fazem previsões semelhantes, partindo de axiomáticas totalmente distintas. Qual delas é a melhor? Existe um critério de seleção de teorias? Poderemos, ainda mais radicalmente, questionar se a própria ciência é uma descrição do mundo superior à religião ou à mitologia? Será isto verdade ou mero preconceito?

Um exemplo pedagogicamente relevante que um mestre despojado de preconceitos pode oferecer aos seus aprendizes é a de um relâmpago sendo observado por um grego dos tempos helênicos, um teólogo escolástico e por um físico. O primeiro exclamará "*É Vulcano!*" O segundo, "*É Deus!*" Enquanto o cientista dirá "*São elétrons*". Será alguma dessas descrições mais verdadeira que as demais? Qual delas descreve melhor a realidade de um relâmpago a ofuscar-lhes a visão? Convidados a argumentar porque o seu relato é mais verdadeiro, o físico dirá orgulhosamente que sua teoria do elétron descreve não só o fenômeno recém-observado, mas também uma variedade de outros, como a atração de uma pedra de âmbar atritada, um choque na tomada, o

deslocamento dos ponteiros de um amperímetro, o funcionamento e a construção de vários aparelhos, hidrelétricas etc. No que será prontamente contestado pelo teólogo que dirá "*Alto lá! Deus é a causa e a razão de absolutamente todos os fenômenos!*" E o grego calado até então dirá timidamente que "*sempre soube que Posseidon move os mares, Apolo conduz o Sol, e Vulcano produz os raios, enquanto que Zeus enfurecido os atira*". O físico, já com ares vitoriosos, dirá então que, não só a sua teoria eletrônica descreve uma variedade maior de fenômenos (**Figura IX-1**), como também os pode prever com antecedência e precisão matemática, interferindo no curso dos acontecimentos. Concluirá assim estar convencido da superioridade e da existência de seu elétron em relação aos demais entes que não passariam de crendices ou ficções.

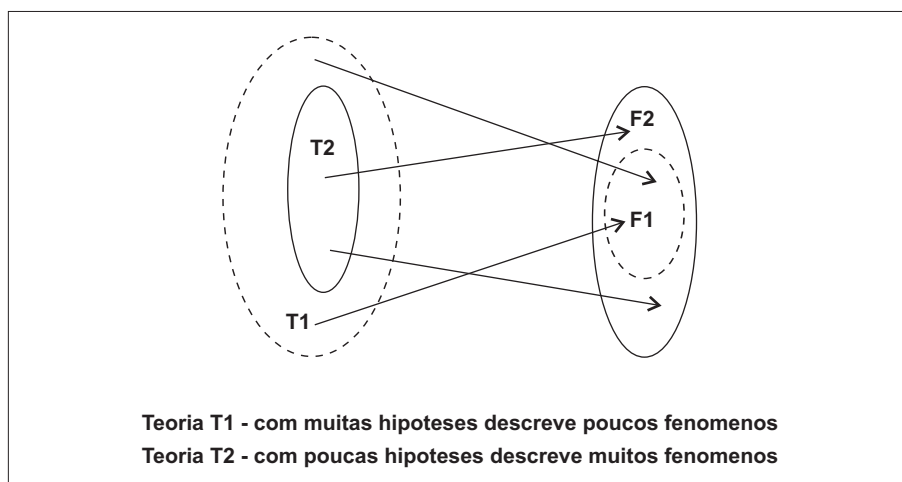



Figura IX-1

Em que sentido, a descrição científica poderá ser considerada melhor ou "mais verdadeira" que as demais? Não seria a Física uma mitologia moderna permeada de novas metáforas? Além de uma previsibilidade, que, aliás, nem sempre é possível, em que sentido as metáforas modernas podem ser consideradas melhores? Não será esta também uma crença? Existe ainda uma outra crença, muito comum nos meios científicos menos críticos, à qual denomino de "realismo ingênuo". Segundo ela, os signos que habitam a linguagem científica, tais como fótons, elétrons, ou mésons, existem em si,

exatamente como os imaginamos, ao invés de simbolizarem, respectivamente, fenômenos tais como o acender de uma lâmpada, relâmpagos ou o aparecimento de bolhas numa câmara.

O mestre poderá sugerir aos seus aprendizes refletir que, sob o ponto de vista humano, a descrição cientifica é útil, uma vez que faz previsões, abre-se a aplicações práticas e utilidades tecnológicas que as outras não podem oferecer. De fato, a representação "elétrons" prevê os relâmpagos, permitindo a construção de pára-raios assim como a representação "vírus" permite a elaboração de vacinas, prolongando, com isso, a existência humana que hoje pode chegar facilmente aos 80 anos, enquanto na Idade Média raramente passava dos 40. Sob a égide do pragmatismo, o conhecimento científico é a escolha verdadeira, ou melhor, é a própria verdade. No entanto, sob o ponto de vista spinozista, não se pode discernir o bem do mal, o belo do feio e até mesmo o fenômeno humano de qualquer outro fenômeno natural. Afinal, se a vacina é boa para o homem, é péssima para o vírus... Num plano ontológico, o pragmatismo das ações humanas fica assim desprovido de sentido. Necessitamos, portanto de outros critérios universais que lidem com as barreiras da finitude humana.

A metafísica de Spinoza e a epistemologia contemporânea serão compatíveis?

Do realismo ingênuo de alguns cientistas ao pragmatismo de outros, pode-se intuir mais uma postura epistemológica que denominarei de *realismo spinozista,* no qual a relação dos fatos, entre si (mediados por um humano que os observa), são manifestações de uma natureza una que se produz a si própria, através de princípios invariantes e atemporais de causalidade a ela imanentes. A *ordo et conexio*[6] (reveja capítulo II) nos revela a existência de duas cadeias paralelas e independentes de acontecimentos. Em uma delas acontece a gênese e a produção de ideias por outras ideias obedecendo às leis do pensamento enquanto, paralelamente a esta, fatos são produzidos por outros fatos, obedecendo às leis físicas da natureza. Em ambas ocorre a mesma ordem e conexão de seus elementos, pois cada uma a seu modo expressa a substância. Será esta metafísica dos atributos paralelos compatível com a epistemologia contemporânea? Ou apenas um ultrapassado anacronismo metafísico? A epistemologia demanda que a Física, e toda a ciência moderna,

descrevam a realidade enquanto suas previsões convierem, dentro de uma faixa de precisão razoável, com os fatos da sensibilidade. Em suma, as teorias produzem números teóricos enquanto os experimentos produzem números empíricos, a verdade científica ocorre quando esses dois conjuntos de números coincidem dentro de uma faixa de tolerância. No momento em que a teoria deixa de descrever essa verdade por correspondência aos fatos, ela é substituída por outra que o faça melhor, sendo esta última alçada à condição de descrição do "real". A mitologia, a escolástica e posteriormente a Física newtoniana seriam antigas descrições da realidade, enquanto as teorias da Relatividade e Quântica, as novas. Resistirá a metafísica de Spinoza a esta conta de chegada do teórico ao empírico?

Consideremos que a mente faça uma construção teórica constituída de n axiomas $\mathbf{T = \{A1, A2, ...An\}}$, que produzirão, por sua vez, um conjunto de **m** previsões teóricas $\mathbf{t = \{t_1, t_2,...ti, \ t_m\}}$. Paralelamente, no mundo material (atributo extensão), uma configuração **E** do universo evoluirá causalmente produzindo fatos empíricos que se projetarão sobre um determinado observador-experimentador, afetando-lhe o corpo e manifestando-se como um conjunto de medidas $\mathbf{e=\{e_1,e_2...e_i...e_m\}}$. Ora, segundo Spinoza, essas duas cadeias descrevem a mesma realidade (substância), sendo a primeira através do atributo pensamento e a outra pelo atributo da extensão:

$$\boldsymbol{T} \rightarrow \mathbf{t = \{t_1, t_2, ti....t_m\}}$$

$$\boldsymbol{E} \rightarrow \mathbf{e = \{e_1,e_2, ei... e_m\}}$$

As relações de ordem e conexão entre o pensamento (teórico) e fatos empíricos obrigam-nos a escrever que:

(a) entre teoria e experiência existem as mesmas proporções: $ti/ tj = ei /ej$ para todo i e j. O que nos leva a $\mathbf{ti = aei}$.

(b) entre teoria e experiência existem as mesmas variações: $ti - tj = ei - ej \rightarrow a(ei - ej) = ei -ej \rightarrow a=1$, ou seja $\mathbf{ti = ei}$

Portanto, o paralelismo spinoziano implica que as previsões teóricas sejam, na medida do possível, iguais aos fatos. Neste caso a teoria ***T*** será tão próxima quanto possível à realidade física ***E***.

$$\mathbf{T \rightarrow E}$$

Se T não convergir para E uma outra teoria T' deve ser testada e somente podem ser consideradas teorias científicas aquelas que podem ser submetidas a esse teste. Essas duas condições são a essência da epistemologia contemporânea, proposta inicialmente por Popper[7], e aprimorada por seu discípulo Imre Lakatos, em sua metodologia dos programas de pesquisa[8]. Segundo este epistemólogo húngaro, raramente um cientista descarta completamente uma teoria, com a qual está familiarizado, para propor ou render-se a outra. Os programas de pesquisa são um conjunto de teorias (ou apenas uma), constituídas por um núcleo duro de axiomas, leis ou postulados permanentes, que não devem ser modificados, e por um cinturão protetor de hipóteses, que podem ser modificadas ou ajustadas, para melhor descreverem os fatos empíricos. Essa proposta é mais realista que a de Popper, pois uma teoria pode ser "reformada" apenas no seu cinturão protetor, sendo mantida sua estrutura ontológica que é o núcleo duro. A história da ciência nos mostra que a comunidade científica opera muito mais freqüentemente na reforma parcial da teoria do que na sua completa rejeição. Um programa é dito progressivo, quando prevê fatos novos, e regressivo, quando apenas descreve fatos já conhecidos, e muitas vezes já previstos por outro programa rival. Segundo Lakatos, a evolução da ciência ocorre ao longo de um processo contínuo, quando um programa regressivo é substituído por outro progressivo.

Acredito que os autores de um programa progressivo têm maior alcance de percepção ou mais sintonia com a natureza e o universo, e, portanto maior poder de previsão de fatos. Sabem não só quando e como modificar o cinturão protetor de hipóteses auxiliares, numa hábil estratégia chamada de heurística, como também, em alguns casos mais heterodoxos, mudar o núcleo duro, ou seja, propor um novo programa. Einstein soube, como ninguém, operar nos dois sentidos...

É importante realçar que na dupla cadeia convergente da *ordo et conexio* spinoziana, o sujeito-homem-observador não precipita sobre si o real porque é ele mesmo, juntamente com os fenômenos que ele relaciona, elementos da natureza pensante, e, portanto do real. Ao contrário das interpretações mais comuns da Física contemporânea, o observador e sua mente humana não pairam acima da realidade como fantasmas supramateriais porque simplesmente a ela pertencem como modos finitos pensantes e extensos. A

disposição coerente e unívoca da mente humana com as afecções corpóreas imersas nas forças da natureza, não seria apenas uma descrição do real, como julgam os físicos ortodoxos, mas a própria realidade projetando-se nas suas duas faces: a natureza pensante e a natureza extensa. A verdade seria então a correspondência biunívoca entre as duas faces: uma ideia relaciona-se com outra por necessidade, assim como seus ideados, por causalidade. Esta última forma de realismo, que subtrai ao homem a condição de sujeito ímpar à procura de juízos sobre seus objetos, conferir-lhe-ia apenas um papel descentralizado de porta-voz do *Logos*, expressão de uma realidade já instalada na natureza, como um campo de forças. A verdade científica é assim a sintonia do homem com a natureza. Parece-me ser essa a forma de realismo adotada por Spinoza e Einstein. Pensar é convir com o pensamento à medida, e à mesma proporção, que o corpo recebe e acolhe as afecções da extensão.

Por outro lado, grande parte da ciência que se faz hoje seguindo na esteira das representações, e da construção kantiana, pretende superar a metafísica com a razão pura, questionando a própria metafísica, e quaisquer outras manifestações do espírito humano. Acredito que através das categorias a *priori* não se pode compreender que a razão pode estender-se, em toda a sua abrangência, substancialmente além de uma representação coerente de uma natureza que lhe é externa. Como buscou Einstein até o final de sua vida, a mente pode mergulhar nas profundezas da cognição como a apreensão do ser das coisas mesmas, através do conhecimento da natureza da qual é parte indissociável. Deixaria assim a mente e suas ideias (teorias), de ser um simples *mapa mundi*, mas, pelo contrário, uma das forças ou ressonâncias básicas da natureza a quem espelha, reflete e revigora. Assim, à mente que já é um modo de ser **na** natureza, se oferece a coisa em si e a possibilidade de vislumbrar a substância-ser. Penso ser este o diálogo que Einstein quis ter com um Deus "complexo, mas não malicioso".

Acredito que esta crítica à ciência e à técnica modernas poderá ser o ponto de partida para uma pedagogia que pode transpor as redomas de vidro na qual o físico pós-kantiano se aprisionou, julgando-se um rei sentado num trono epistemológico detendo o poder de precipitar o real sobre si da maneira que melhor lhe aprouver. O humano e a natureza são feitos da mesma essência, ou seja, o homem é modo ser da natureza e não *está fora* dela como um sujeito transcendental que, munido de uma razão pura, universal, estruturada por categorias e intuições a *priori*, qualifica-se como *representante* das coisas.

Ser é ser modificação finita ou co-pertencer às forças da natureza. Desta forma, Spinoza conseguiu desvencilhar-se das redomas da filosofia do *cogito* cartesiano cercado por objetos representados como miragens inacessíveis, refletidas difusamente pelo solipsismo da razão transcendental, e de uma egoidade aprisionada e aprisionante. Como vimos exaustivamente, na ontologia spinoziana, o homem é tão somente um modo (ente) finito imbricado em uma substância infinita a qual pode vislumbrar de dois planos distintos convergentes ao ponto de fuga: extensão e pensamento. Assim, a presença extensiva das coisas é uma projeção num desses planos, enquanto que a *ideia da coisa* é a outra. Visam encontrar-se no final do processo de produção acima descrito **T→E**. A substância, entretanto, só se deixa desvelar nesses planos, permanecendo infinitamente eclipsada para o homem finito. Spinoza geometriza a metafísica sendo a verdade não uma *véritas* à qual o sujeito acede por correspondência ou coerência, mas sim uma *aletheia* geometrizada em dois planos de desvelamento. Vimos o quanto Einstein e Bohm, cada um a seu modo, se aproximaram destas ideias. Ambos fizeram o observador imergir para as profundezas da realidade, tirando-o do pedestal situado acima das leis da natureza, que lhe concedera a filosofia dita pós-metafísica e uma de suas filhas, a Escola de Copenhague. Será justamente sobre este ponto nevrálgico que, em seguida, focalizarei o olhar através de uma lente convergente.

Modos da substância ou modos de ser (ressoar)

Segundo Spinoza, a natureza, tal qual a percebemos, é constituída por entes finitos que ele denomina de *modos*, ou seja, singularidades de uma substância (Deus), que se manifesta simultaneamente como coisas extensas (matéria) ou como coisas pensantes (ideias). Deus é então uma coisa extensa e pensante assim como todos os seus modos, sendo um campo fundamental e fundamentante do real no qual o homem é, tal qual qualquer outro ente, um modo singular finito. Na filosofia de Spinoza, o real, expresso por leis eternas da natureza, não pode assim depender de como é descrito, falado, imaginado ou pensado pelo homem ou qualquer um dos modos, pois o pensamento é atributo infinito da substância, e não de seus modos. Assim, para Spinoza, não é o homem que se expressa através de uma linguagem que descreve a natureza, mas é esta que se expressa através do homem quando ele

a descreve através da linguagem, agora já vigorando, como um *Λογοζ (logos)* heraclitiano. Desta forma, não só a linguagem como o próprio pensamento não são privativos do homem, mas estão na natureza e no mundo *oferecendo-se* ou *projetando-se* sobre ele para que os faça viger, sendo precisamente neste sentido, e não em outros, que ele se distingue dos demais entes (ou modos): porta-voz da linguagem e mensageiro do ser. É no homem que afluiriam ser e linguagem numa correspondência, que Heráclito denominou de *ομολογυειν (homologein)*, falar como o Logos fala, corresponder ao Logos na mencionada unidade da natureza *Εν Παντα* ("tudo é um").

> (...) ouvindo o som que o *Logos* diz só se pode filosofar em língua própria, e para ser exato e coerente, a partir de um Logos ouvido como acontecimento da diferença que a Tudo une no mesmo Um[9].

Pois da mesma forma, em Spinoza, não é o homem que pensa, mas sim a Substância-Deus, através de cada um de seus modos, inclusive o homem.

> A alma (mente) humana é parte da inteligência infinita de Deus; e, conseqüentemente quando dizemos que a alma humana percebe tal ou tal coisa, não dizemos senão que Deus, não enquanto é infinito, mas enquanto se exprime pela natureza da alma humana, ou seja, enquanto constitui a essência da alma humana, tem tal ou tal idéia (...)[10].

E o que se chama vulgarmente de "vontade de Deus", não é mais do que as leis da natureza em ato, e a vontade singular do homem (ou de qualquer outro modo) deve submeter-se também às leis mais gerais através das quais a natureza evolui como um fluxo natural e único. Portanto, homens, pedras, planetas ou estrelas não possuem, segundo Spinoza, qualquer livre arbítrio individual, pois que todo o universo segue um fluxo determinado por suas leis naturais, estas sim universais, invariantes e independentes de como, e por quem, são observadas, uma vez serem elas, modos infinitos imediatos da Substância-Deus (ver capítulo VI) e segundo Einstein *não há nada que faça que o determinismo do universo se detenha na mente humana*[11]. Assim, a liberdade da vontade não se encontra num plano modal (individual), mas, sim, é atributo da totalidade substancial, trata-se assim de uma *cosmoliberdade*. Segundo Spinoza, somente Deus é absolutamente livre, pois como ser infinito não pode ser constrangido a agir por outro(s) ser (es).

Cabe agora dialogar com Spinoza, contrapondo-lhe alguns questionamentos inevitáveis. Não seria um retorno às origens naturais da

condição humana, um retrocesso a partir do qual ficaria obliterado o processo civilizatório constituído, ao longo dos últimos séculos? Em suma, o rompimento com a filosofia do sujeito poderia dar conta da história da civilização e particularmente da Física? Trata-se de uma árdua e incômoda tarefa pensar a História, a partir da condição humana como ente natural finito, e esboçar os contornos do fenômeno humano, a partir de sua naturalidade. Como entender, dessa forma, a construção pelo espírito humano das ciências, das artes, da linguagem, da política e da própria Filosofia, em suma, de todas as ontologias regionais, que não seja através de sua condição de sujeito? Afinal pedras não filosofam, plantas não compõem sinfonias e estrelas não estão submetidas às paixões humanas. Negar ao homem a sua singularidade é tão absurdo quanto isolá-lo do restante da natureza à qual pertence.

Sigo conjeturando com duas metáforas muito simples que poderão ser facilmente imaginadas pelos leitores. Na primeira delas, o homem é comparado a um esplêndido computador que recebe digitados no teclado os dados a serem computados pelo processador central. Nesta metáfora, o teclado seria o corpo e suas sensações, enquanto a mente, reduzida ao cérebro, o processador. Eventualmente esta formidável máquina poderia exprimir suas ideias simplesmente falando ou as imprimindo numa folha de papel. Esta é de fato uma imagem que bem representa a ideia vigente do homem-calculador. No entanto, podemos imaginá-lo também de uma forma distinta. Quando sintonizamos um rádio em uma determinada frequência, captamos ondas hertzianas que navegam no espaço vazio com a mesma frequência sintonizada no rádio. Um novo ajuste de sintonia no *dial* e uma nova frequência (emissora) passará a ressoar. O som ouvido não é próprio do rádio, mas uma ressonância dos circuitos deste, em resposta aos estímulos vindos do espaço vazio. Podemos então entender que o homem é um modo de ser capaz de ressoar as frequências da natureza, quando ambos são dispostos em sintonia ressonante. Da mesma forma, como existem rádios mais bem antenados, mais sensíveis, que podem captar com poucas distorções o que vem do espaço, enquanto outros emitem estranhos ruídos devido ao mau posicionamento de sua antena ou à pouca sensibilidade de seus circuitos, também os homens podem ressoar com mais ou menos precisão e intensidade os apelos da natureza. Temos assim formadas as imagens do homem calculador e a do homem ressonante. É neste sentido que o homem pode ser considerado um

ente singular, pois é capaz de ressoar vários modos de ser: o pensar, o ouvir, o fazer artístico, o fazer científico, o poetar, o compor musical. Quando ele é capaz de ressoar dentro de si, o *logos* universal, ele estará disposto a falar como o *logos* fala, ou seja, ao *homologuein*. Assim, o homem tornar-se-á porta-voz do *logos* e mensageiro do ser ou modo pensante do Pensamento, pois, um modo finito qualquer da substância pode manifestá-la como *Linguagem-que-a-Substância-fala* (as leis da Natureza) ou *Pensamento-que-a-Substância-pensa* (as boas teorias científicas).

Percebe-se que tanto na obra de Spinoza quanto no pensamento filosófico de Einstein vige o homem ressonante, ao invés do calculador ou construtor de representações. É esta ressonância humana com a natureza que nos sinaliza, em seguida, para a proposta de uma pedagogia spinozista da Física, pois tanto mestre como aprendizes estarão imersos nas forças da natureza, fazendo ressoá-las dentro de si.

CAPÍTULO X

PROPOSTAS PARA UMA PEDAGOGIA SPINOZISTA, FILOSOFANTE E PENSANTE DA FÍSICA

Pedagogia filosofante, pensante e pensada

Depois das reflexões acerca da descentralidade ontológica da natureza, feitas no capítulo anterior, acredito que estamos aptos a mais uma reflexão de cunho propositivo. Após a *didática filosofante* da Teoria da Relatividade, desenvolvida no capítulo VI, com mais um passo adiante, proporei uma *pedagogia spinozista filosofante e pensante* para a Física, com vistas a uma Educação *para* e *através* da Física.

O termo proposto, pedagogia filosofante e pensante, poderá soar a ouvidos críticos como vazio ou como a glacê de um bolo de noiva confeitado, mas feito com uma massa insossa. Tomo, portanto, o cuidado de justificá-lo. O termo foi inspirado no cosmocentrismo ou naturocentrismo de Spinoza, que percebe o fenômeno humano como modalidade de uma *Natura*, ao mesmo tempo extensa e *pensante*. Nem a *Natura naturans* nem a *Natura naturata* se reduzem à descrição das leis físicas espaço-temporais, pensadas por um sujeito que lhes é transcendental, mas são *pensantes* por si e para si: a natureza em Spinoza não é pensada, mas pensante. Uma pedagogia será pensante nesse mesmo sentido e será filosofante porque inspirada numa

metafísica spinozista. Entendo que Einstein, provavelmente inspirado em Spinoza, ao afirmar: "*quando a resposta a um problema se nos apresenta com simplicidade, foi Deus quem o resolveu*", percebe a natureza como causa e razão de si própria, e, assim, quando pensa, o homem o faz em acordo ou ressonância com o pensamento originário do qual é modo ou manifestação. Desta forma, uma lei da natureza apreendida pela razão humana não resulta de um ato gnosiológico de uma mente singular intencional, mas é a própria lei expressa por via de um dos modos finitos da natureza. Dito de forma mais simples: na metafísica de Spinoza, o homem pensa ressoando junto, e não sobre uma natureza do qual está apartado, como se depreende claramente do texto de Delbos:

> [em Spinoza] A lei não é uma forma universal de explicação, mais ou menos exterior ao seu objeto, ela é a relação imanente imediata que une as coisas particulares, é a expressão do ato pelo qual os indivíduos (modos finitos) se completam e se unem, pelo qual exprimem na diversidade de suas existências a unidade essencial do Ser infinito[1].

Quando o homem formula uma lei que se verifica na extensão de suas observações sensíveis, ele não estará descrevendo algo que lhe é externo, mas *será ele próprio a natureza em ato, refletindo e refletindo-se na referida lei*, exprimindo-se esta através dele. Enganam-se assim certos comentadores kantianos, como Erdmann (ver capítulo II), que pensam que na ontologia spinozista os atributos e as leis da natureza são formas do espírito humano transcendental para organizar um mundo amorfo. Em Spinoza, as leis formuladas por um ser finito pensante são descobrimentos "da unidade essencial do Ser infinito", e não invenções de sua mente.

Assim como para os poetas, o *logos* manifesta-se como *homologuein*, para o cientista, a matemática é o *logos* que ele expressa estabelecendo aquilo que se convencionou chamar de uma verdade científica. (ver **Quadro 1**, itens 4 e 5). Essa concepção de verdade, como campo ressonante de forças, suscita, por outro lado, várias outras indagações desafiantes. Se a verdade resultaria de uma correspondência do homem co-participante com a natureza em ato, como entender a precariedade de seu conhecimento; seria então um erro, um equívoco ou uma teoria falsa, outra forma de correspondência? Na tradição aristotélica, a verdade é definida por correspondência entre os juízos emitidos por um sujeito e as coisas do mundo objetivo, que lhe são externas. O sujeito colocado à parte do mundo emite juízos sobre este. No entanto, como se

falar de verdades, falsidades, erros ou acertos em uma fenomenologia desprovida de sujeitos e objetos, mas constituída apenas por substância, atributos, modos e afecções? Para Spinoza, existe uma rigorosa isonomia entre as afecções do corpo e as ideias da mente, assim uma definição de verdade ou falsidade no sentido aristotélico, carece de sentido. Qualquer juízo (ideia) fará parte de uma cadeia de ideias paralela à outra, constituída das afecções corpóreas, e ambas sempre estarão em relação de correspondência unívoca posta pela, muitas vezes repetida, proposição EII, VII: "*ordo et conexio idearum idem est ac ordo et conexio rerum*". Existem, entretanto, ideias que pertencem a uma malha lógica e outras que não lhe pertencem. A essas ideias Spinoza chama de ideias *inadequadas* (rever capítulo II). No entanto, elas também correspondem a afecções corpóreas, e nesse sentido, são tão verdadeiras quanto as ideias adequadas. Em suma, se existem ideias verdadeiras e verdadeiras ideias, que podem estar equivocadas, como então distingui-las? No *ordo et conexio* spinozista, as primeiras relacionam-se entre si de uma forma silogística, formando cadeias lógicas que correspondem a redes de eventos (percebidos pela mente em conexão e sucessão às afecções corpóreas) que, por sua vez, relacionam-se causalmente entre si. Uma ou mais ideias serão adequadas se pertencerem a uma malha de ideias coerentes que correspondam a uma cadeia de causas e efeitos corpóreos que, diante da finitude do corpo e da mente humana, será também finita. O pensamento humano embora finito coincidirá localmente com o infinito pensamento de Deus. Assim, pode-se conjecturar que devido à finitude do homem, suas verdades científicas não podem ter validade eterna, pois em algum ponto ou momento haverá um desacordo entre suas ideias e suas afecções corporais, rompendo-se a conexão entre estas. O homem que havia antes ressoado um particular modo de pensar passará a ressoar outros mais amplos que envolvam o anterior, rumo a uma infinitude inatingível. Desta forma, por uma regressão ao infinito, para pensar exatamente como a Natureza pensa, o homem teria de ser infinito, e, portanto idêntico à Natureza, mas pensando regionalmente o que a Natureza pensa como um todo a precipitará fielmente como uma antena de alcance limitado. No entanto, o que dizer das ideias inadequadas ou daquelas vulgarmente consideradas como erradas, equivocadas, irracionais ou até mesmo falsas? Se um determinado homem (modo corpo e mente) as tem, seguramente pertencem, tanto quanto as demais, ao mundo, fazendo parte da natureza humana. Ainda que a essas ideias não possa corresponder uma sequência de afecções corpóreas

ordenadas causalmente, *elas não poderão ser consideradas como falsas, mas tão-somente confusas* ou, no jargão spinozista, *inadequadas*. Essas ideias, que comumente chamamos de erros, enganos ou paixões, são, de alguma forma, decorrentes de uma falta de conhecimento. Mas afinal se uma antena não capta bem as imagens ou as distorce, estará errada, equivocada ou apenas mal posicionada no espaço? Um erro decorreria tanto do posicionamento corpóreo-mental de um particular ente humano frente à totalidade da natureza, como da finitude das regiões de onde provêm as afecções corpóreas, aquém do alcance necessário.

Pedagogia do cotidiano

Tendo isto em mente, posso retornar à pedagogia filosofante e pensante, pois estamos agora aptos a refletir sobre um desdobramento da descentralidade do universo, visando superar uma pedagogia que há muito é centrada nos limites do estritamente humano. Há séculos que se pensa que o ensinar-aprender tem dimensões protagóricas: inicia-se e termina no homem e na sua finitude. Também na pedagogia clássica, a relação entre o mestre protagonista e seu discípulo é a de um sujeito frente a um coadjuvante objeto de pesquisa. O primeiro, utilizando-se de uma metodologia de aprendizagem e avaliação, visa atuar modificando seu aluno-objeto, conduzindo-o do estado de desconhecimento ao de conhecimento, de escuridão às luzes, através de ações e estratégias predefinidas, seguindo um enredo previamente estabelecido. Enquanto o mestre "transmitiria" seus conhecimentos ao segundo, este os "absorveria", com maior ou menor intensidade, a depender de atos de sua vontade, preparo, competência, esforço, conhecimento prévio, condições sociais etc., em algum lugar denominado de "sala de aula", monitorado por livros, um arsenal de textos avulsos e uma bateria de exercícios (ver Quadro 1, item 15-4).

Mais recentemente, o aprendiz "adquiriu" a condição de um "segundo sujeito", e o mestre, adentrando-lhe a mente, tentaria auscultar-lhe os anseios, as dificuldades, as carências materiais e afetivas, consumando-se assim o aprendizado, num dueto intersubjetivo, através de uma relação não apenas pedagógica, como também, psicológica. O orgulhoso mestre renascentista assume agora o papel de um confidente. Ainda assim acredito que estariam os dois sujeitos enclausurados, em uma redoma de vidro, constituindo uma

relação simbiótica bipolar, imunes aos apelos da natureza e do mundo, pois para consumar-se o aprendizado, enquanto ao aprendiz bastaria encontrar a escola e os mestres adequados (aqueles com postura caridosamente psicossocial), a estes bastaria indicar-lhes pacientemente as fontes e meios de conhecimento. Embora esse diálogo seja necessário, está longe de ser suficiente. Crê-se que o conhecimento pode fluir *diretamente* de um sujeito a outro sem a mediação das forças da natureza. Proporia, ao invés, uma pedagogia que romperia a redoma da cognição meramente pessoal de um sujeito cognoscente, ou até mesmo interpessoal de uma coletividade de sujeitos cognoscentes, que buscam um consenso. (Ver quadro X-1 itens 6 e 7)

Em francês, o termo "conhecimento" é particularmente feliz, *connaissance*, isto é *co-nascimento.* Conhecer é, pois *co-nascer*, nascer junto com algo, emaranharando-se o sujeito ao seu objeto, como modos finitos de uma substância infinita, de tal sorte que desapareça o dualismo fictício que os separa. Acredito inclusive que o co-nascer não é um atributo apenas humano, e sequer apenas de seres vivos[2].

Assim como o conhecimento é co-nascimento buscando o alargamento das linhas de horizonte do pensamento, a pedagogia spinozista que ora proponho é mais que uma ação coletiva, é *cosmocoletiva*, pois tem na natureza a fonte, a mediação e o receptáculo do aprender, visando o *cosmosenso*. Da mesma forma que o *homologuein* dos poetas, o aprendizado decorreria também de disposições ressonantes do aprendiz com a natureza que o cerca. Assim o mestre é apenas um dos pólos ou fontes de irradiação da natureza que o aprendiz ressoará. Mas ambos estão inextricavelmente imersos em um mesmo campo (substância-ser) do qual não poderão desprender-se, singularizando-se como sujeitos. Ensinar-aprender é ensinar-aprender a habitar o mundo e viver em acordo com suas forças básicas. Aprende-se não só em convívio com colegas e mestres, mas com a natureza-mestre, pois todo conhecimento, como co-nascimento, pressupõe que os entes ou modos, imersos neste processo, transitem livremente entre estados de *solidariedade* inter-humana e de *solitariedade* na natureza, e nesta última é que se entranha o saber. A relação dialógica entre parte e todo é constituída de solidariedade e solitariedade: cada modo é assim solitário em sua existência modal singular para ser solidário em seu substancial existir-no-mundo, sendo a recíproca também verdadeira. Assim, mestres e aprendizes *solidariamente* reunidos em sala de aula compartilharão um saber, mas é fora da sala que cada aprendiz *solitariamente*

ressoará o saber, qualificando-se como nova força da natureza, tornando-se apto a compartilhá-lo com o mestre, com outro colega-aprendiz e com outras forças da natureza. No entanto, todos, como modos (entes) pensantes e cognoscentes, estarão imersos nessa dramaturgia cosmocoletiva que determina as condições concretas, ou seja, a modificação de suas existências.

Acredito assim que os mais prosaicos eventos que compõem o cotidiano das pessoas, pedagogicamente podem ser tão ou mais relevantes que as lições dos mestres com hora marcada, nas salas de aula. Um acender de uma chama; o líquido engarrafado que se congela a um toque de nossa mão; a água que ferve evaporando-se rapidamente em fogo alto, e que apenas ferve em fogo brando, o feijão de nossa cozinha que fica pronto rapidamente em panelas bem tampadas; as cores sequenciais do arco-íris, e a existência necessária de dois arcos; as fases da lua relacionadas às marés; a dança de uma árvore ao sabor da música do vento; o gotejar inclinado da chuva nas janelas de um carro em movimento; os sons ora agudos ora graves das ruidosas buzinas do trânsito; o repicar dos sinos da igreja mais próxima, contendo a riqueza de seus harmônicos; os meteoros riscando o céu e o raio de luz de Einstein, inspirador da Teoria da Relatividade. São alguns exemplos de modos extensos que se revestem de uma importância cósmica, e com os quais o aprendiz convive e co-nasce, co-pertencendo a uma infinita malha de acontecimentos que determinam a sua existência, e dos demais modos da substância. (ver **Quadro 1,** itens 8, 9 e 10).

A Biblioteca da Babilônia e os crocodilos guardiões do castelo

Como pude constatar ao longo de mais de trinta anos em salas de aula, lecionando Física em várias universidades brasileiras, o ensino tradicional das ciências, ao impor ao aprendiz a resolução de imensas listas de problemas preestabelecidos, opera na direção oposta, desestimulando-o a ter o devido cuidado com a observação cotidiana. (ver **Quadro 1**, item 15-4).

O aprendiz sai da sala de aula com a responsabilidade de resolver intermináveis listas de pseudoproblemas gerados de dentro para fora, quando a transformação das ideias deveria ser exatamente o contrário: o aprendiz deveria vir com suas questões formuladas de fora para dentro da sala de aula. Ao invés de condicionar-se a oferecer soluções a problemas artificiais propostos, resolvidos através de fórmulas, ele encontraria na sua cotidianidade o material

mundano e natural para a formulação das questões que seriam discutidas com o mestre e com seus colegas. As respostas a problemas fictícios seriam substituídas por questões extraídas diretamente da verdadeira origem e fim do conhecimento: a natureza e o mundo. (ver **Quadro 1**, itens 8, 9 e 10).

Solitariamente, na formulação das perguntas, começa-se a encontrar as respostas, e assim uma pedagogia filosofante e pensante substitui as certezas por dúvidas a serem pensadas solidariamente. Um mestre descentralizador poderá introduzir o fenômeno da decomposição da luz, por exemplo, sugerindo ao aprendiz que observe atentamente um arco-íris e descreva a sequência das cores. Qual delas está no centro e quais estão na extremidade? Poderá ainda introduzir a relação de Clayperon, PV = nRT, sugerindo que o aprendiz vá à sua cozinha para observar em que medida o tempo de cozimento de seu feijão diário é alterado, se a panela estiver destampada ou muito bem tampada (panela de pressão). Poderá ser ainda estimulado a observar a inclinação das gotas de chuva que riscam as janelas laterais do seu carro, quando em movimento, ou convidado a descrever para seus colegas como as marés se comportam em relação às fases da Lua. Desta forma, os prosaicos eventos da cotidianidade seriam atentamente observados, sentidos como fontes de conhecimento. Assim esse modo cognoscente, ou co-nascente, encontrar-se-á diuturnamente com uma quantidade imensa de outros modos com os quais interagirá forjando fortemente a sua realidade, envolvendo-se neste processo contínuo de conhecimento, adentrando num mundo rico de relações e significados, consumando-se então o ato pedagógico, apenas sugerido em sala de aula. (ver **Quadro 1**, itens 8 , 9 e 10).

De que serve a transmissão de pacotes de informações prontas, em hora e local marcados, se a maior parte do tempo o aprendiz permanece desatento às forças vitais que o cercam a cada instante? Esse adestramento para processar fórmulas preestabelecidas é muitas vezes confundido com conhecimento. Assim, torna-se necessária uma descentralidade do *locus* convencional de aprendizado, como a sala de aula e os mestres com hora marcada. A descentralidade do universo requer também a descentralidade do aprendizado, e de seus instrumentos clássicos que, muitas vezes, ao invés de facilitar, constituem-se em intransponíveis barreiras ao livre fluir do verdadeiro conhecimento (*connaissance*). Desta forma, estaríamos passando do paradigma de uma "pedagogia pensada e centralizadora do sujeito" para um novo paradigma da "pedagogia filosofante, pensante e não apenas pensada" (ver **Quadro 1**, item 10).

Outro ponto que carece ser questionado é o fato da maioria das escolas e academias ocidentais do pós-guerra querer transformar seus aprendizes em bibliotecas ambulantes, pretendendo que suas mentes sejam extensas memórias de arquivos bibliográficos. Cada vez menos, ensina-se a pensar, e cada vez mais, em arquivar dados e referências bibliográficas. Os livros tornam-se obstáculos a serem transpostos, e os mestres seus oraculares intérpretes. Julgo que, pelo contrário, o aprendiz deve ser estimulado a pensar sobre um texto, a dialogar com seus autores, sem para tal ter de recorrer a bibliotecas de dimensões babilônicas, respaldando-se numa bateria de referências, e perdendo-se num labirinto de citações de comentadores terceirizados. Consumou-se nas academias o hábito de exigir que o aprendiz respalde seu entendimento sobre um determinado texto, com a opinião de um sem-número de especialistas, como se seu primeiro entendimento intuitivo, possivelmente ainda não lapidado, não merecesse crédito, necessitando de álibis ou testemunhas para ser validado. Entendo, inspirado em Spinoza, que é este conhecimento primeiro, e possivelmente ainda tosco, que servirá como um primeiro martelo com o qual se forjará uma segunda ferramenta mais lapidada, e assim sucessivamente. Um mestre esclarecido não descartará o conhecimento de seu aprendiz ou criticará a precariedade de suas referências, por mais rudimentares que sejam (ver **Quadro 1**, item 13). Existem artigos científicos com referências bibliográficas maiores que o próprio texto, como se isso fosse prova de embasamento teórico e metodológico! Muitas vezes os trabalhos acadêmicos são julgados por sua bibliografia, e não pelo seu valor intrínseco. A leitura desses textos é quase sempre maçante, desencorajando qualquer um de seguir por suas labirínticas notas de rodapé e referências. (ver Quadro 1, item 15-3). Nem mesmo o autor deste texto, que ora o leitor tem em mãos, se desvencilhou totalmente da camisa de força imposta pelas normas acadêmicas... Gostaria, em breve, poder escrever outro livro sem notas de rodapé e sem referências!

Borges em seu magistral conto *Funes, o memorioso*[3], relata a existência de um indivíduo capaz de memorizar todos os fatos e textos de jornais ocorridos ao longo de sua vida sem, contudo, ser capaz de relacioná-los entre si. Funes torna sua existência um arquivo morto de fatos irrelevantes, pois são textos irrelevantes, ideias ou eventos que não têm relação com o mundo que lhes deu origem, conferindo-lhes uma temporalidade. Nossos aprendizes são, muitas vezes, adestrados para serem os Funes da ciência.

Também não posso me calar diante da febre metodológica que assola, como epidemia, extensos setores das academias, induzindo os estudantes a escolherem trabalhos cada vez mais estreitos, para que caibam em um método dado a *priori*. Os alunos são desestimulados a abordar temas multidisciplinares, ou até mesmo interdisciplinares, e instados a seguir por estreitas trilhas monotemáticas que se encaixem em alguma metodologia preestabelecida. Será o método soberano que deve determinar a extensão do tema ou é a vastidão do tema que deve alargar o método? Afinal uma bela foto deve ser recortada para que caiba no álbum ou este é que deve ser adequado às dimensões da foto? (ver **Quadro 1**, item 15-5)

Rubem Alves expressa bem, a mesma preocupação:

> Qualquer análise interdisciplinar, empreendida por um pesquisador, tem, necessariamente, de ser frouxa do ponto de vista metodológico. Mas é isso que a comunidade científica não perdoa! Rigor acima de tudo! Reprimidos pelo fantasma do rigor os pesquisadores se põem a campo não em busca de problemas interessantes e relevantes, mas de problemas que podem ser tratados com os magros recursos metodológicos de que dispõem.(...) A obsessão com o rigor, especialmente quando se leva em consideração que este é um critério básico a ser invocado pelas bancas de tese de mestrado ou doutorado, força o pesquisador a abandonar os problemas importantes (são muito complexos) e a eleger problemas triviais que são passíveis de um tratamento metodológico fechado[4].

As disciplinas científicas assim enquadradas nas academias comparam-se a castelos medievais cercados por fossos onde vicejam os crocodilos guardiões do feudo. As pontes levadiças são erguidas e abaixadas para permitir apenas a entrada e a saída dos súditos do castelo. A academia se divide assim em vários cantões feudais, cada qual concessionário de uma franquia temática, guardada a sete chaves em seu castelo unidisciplinar, delimitado pelo fosso do método e seus atentos guardiões. Professores e estudantes são orientados a permanecer nesses domínios rigidamente circunscritos, e aqueles que inadvertidamente quiserem cruzá-los, fatalmente serão abocanhados pelos afiados guardiões do castelo (ver **Quadro 1**, itens 15-1 e 15-5).

Na prática isso equivale a uma espécie de sentença de excomunhão velada a partir da qual os professores transgressores não conseguem bolsas de pesquisa ou de estudo para seus orientandos, publicações em revistas importantes ou ganhar qualquer tipo de concurso público. Criam-se, nas academias, autênticas franquias cada qual delimitando rigidamente como deve ser redigido,

divulgado e ensinado o "seu" tema franqueado. Não é incomum essas franquias temáticas desenvolverem extensos tentáculos que se alastram pelas agências de fomento[5], bancas examinadoras de teses e concursos, além dos conselhos editorais de revistas especializadas. Os artigos, livros, defesas de tese e projetos de pesquisa, ou até mesmo uma simples iniciação científica, devem se ajustar rigorosamente aos padrões exigidos pelos guardiões da "boa ciência", resultando daí uma monótona pasteurização dos textos ou projetos que se tornam maçantes e desprovidos de invenção e criatividade. O jargão acadêmico e suas palavras de ordem devem dominar o texto, sendo os arroubos de liberdade de pensamento considerados "heresias", e seus autores não mais queimados em fogueiras reais, como na Idade Média, mas fritados ou cozidos em banho-maria em seus departamentos, onde se limitam a dar aulas de graduação, sem qualquer possibilidade de galgar os quadros dirigentes da academia. Os estudantes, por sua vez, devem buscar professores que tenham o *nihil obstat* daqueles mesmos crocodilos guardiões do castelo, sede da franquia e de seus limitados e limitadores métodos, pois, se buscarem os heréticos (que na verdade os atraem mais), estarão seriamente ameaçados de não conseguirem bolsas de estudo para seus cursos de pós-graduação ou até mesmo graduação.

Para contabilizar e fiscalizar a produção acadêmica do corpo docente, tais como artigos, livros e demais trabalhos, criou-se um sistema oficial de avaliação numérica[6] como se a qualidade de um texto ou a originalidade de uma ideia pudessem ser mensuradas por números. Este sistema, que é sistematicamente utilizado pelos zelosos guardiões do castelo, fez surgir uma nova geração de professores especializados em construir seus *vitae* de acordo com esses cânones numéricos, extraindo a máxima pontuação possível. Este livro, que ora o leitor folheia, em alguns aspectos trafega na contramão de quase tudo que se faz nas academias. Nele não há fronteiras rígidas entre as várias disciplinas como a Metafísica, a Física e a Educação, e elas se entrelaçam desrespeitando deliberadamente os recortes metodológicos, cultuados como dogmas intocáveis pela academia. O livro é longo demais para os padrões atuais, pois hoje vários autores preferem se associar em co-autoria para escrever artigos curtos produzidos em série, contabilizando, nas agências de fomento, 1(um) título para cada qual. Além das co-autorias, a fragmentação dos trabalhos num maior número possível de *papers* é outro recurso utilizado. Na vertente contrária, esta é uma obra de um único autor solitário que a produziu num longo período de gestação, praticamente recluso em sua casa

de campo, totalizando em seu favor apenas um único trabalho em vários anos. Quando nas academias brasileiras vive-se hoje uma febre delirante por publicação e pontuação, este texto foi pensado e escrito sem compromissos de espécie alguma com grupos de pesquisa financiados pelas agências fomentadoras e sem preocupação de pontuação em plataformas oficiais de *curriculae vitae*[7]. Apesar da inquisição velada e de todas as dificuldades impostas pelas academias, preferi pensar sem fossos nem recortes, estabelecendo relações e organicidade entre as várias disciplinas de saber que devem se entrelaçar para chegar ao autêntico e verdadeiro conhecimento científico.

Como modos da natureza que somos, precisamos dar a cada fato do qual participamos, inclusive às nossas próprias existências, um *cosmosentido*, não podendo enquadrar nossas ideias em feudos de conhecimento, ou recortá-las para caberem nos limitados porta-retratos da metodologia, que em última análise servem de armaduras aos ilustres oficiais da ciência.

Identidade e diferença na Pedagogia spinozista

Pensar e viver são o mesmo, e viver é ressoar e co-nascer junto com as forças da Natureza ou com as precipitações modais de uma substância una e indivisa. Como Spinoza, entendo então que aprender a pensar é pensar "como a Natureza pensa"; é ser e expressar um modo de pensar do pensamento substancial ou do Ser. Princípio este seminalmente enunciado por Parmênides, "*Ser e Pensar é o mesmo*". A identidade a que se refere o eleata não é decorrente da implicação coercitiva do *cogito ergo sum* (penso logo sou), pois, para os pré-socráticos, não é o pensar que me faz ser, mas é o pensar que se faz ser através de mim, que sou modo de ser, a partir de minha aspiração natural ao ser.

Acredito que educar é a possibilidade de que um indivíduo designado como *educador A* e outro como *educando B*, ressoem como modos de ser provisórios da Natureza, com as forças que fizeram o primeiro ressoar, permitirem ao segundo, ressoá-las também. Em algum momento, ambos vibrarão como músicos em consonância entre si, ressoando o mundo: *co-nascendo*. Neste instante, desfazem-se os estados provisórios de A e B, educador e educando, ou mestre e aprendiz, e ambos integram-se a uma identidade tautológica A = A, subjacente a uma diferença existencial A = B, o que ocorrerá quando à existência B oferece-se a potencialidade de ser igual

a A. Será neste momento não temporizado que ser e pensar fundem-se na indiscernibilidade A = A e ambos (A e B) agora idênticos na diferença "pensam-como-a-natureza-pensa". Segundo Platão, "*o fim último da Educação é fazer o homem assemelhar-se a Deus*" (Platão, Teeteto, 176 b), mas assemelhar-se a Deus é pensar como Deus pensa. E pensar e ser são o mesmo, segundo Parmênides. Assim, quando dois modos cognoscentes convierem em suas respostas estarão não apenas convindo entre si, mas com o uno na identidade de indiscerníveis. Assim, quando dois dados idênticos (A = A) são lançados ao desvelamento de uma de suas seis faces, para cada face precipitada de um deles corresponderão, no outro, cinco distintas e apenas uma idêntica. A identidade A=A desfaz-se na precipitação do acontecer de A e B, mas nesta diferença precipitada subjaz a identidade essencial. No desvelamento da diferença dos modos, retrai-se a identidade da substância, e, reciprocamente, na unidade desta, retrai-se a diferença dos modos. A dialética do senhor e do escravo vigora também no mestre e aprendiz, pois no existir de cada um deles contradiz-se a diferença[8], visando à unidade no outro, rumo à identidade do ser ou da substância. Como se poderá pensar num mestre sem um aprendiz e vice-versa? Em suma, A = B significa tão-somente que A poderá tornar-se igual a B, pois ambos são modificações finitas da substância ou precipitações extensas e pensantes do ser, e não sujeitos e objetos separados em interação (ver **Quadro 1**, item 14).

Finalizo a proposta de uma pedagogia pensante e filosofante, de cunho spinozista, retomando a pergunta que não quer calar: o que há de central no pensamento humano? Será cada homem uma Terra estática em torno do qual gira o cosmos? Insisto que não, embora possa acreditar também que o homem como ser complexo é capaz de dispor-se a vários estados ressonantes da Natureza, o que, no entanto, não lhe conferem a primazia sobre os demais modos. Repito aqui, novamente à guisa de clareza, e sem medo da veemência, que muitos sistemas filosóficos e pedagógicos contemporâneos não conseguiram romper com a centralidade epistemológica de um sujeito representador, como também com o éter pré-einsteiniano ou com o criacionismo bíblico, fazendo do homem o referencial privilegiado, o éter estático e único a partir do qual se (d)escreve a natureza.

Ao contrário, prefiro pensar, como Spinoza, num homem como modo da Natureza que pensa **junto** com — e não **sobre** — ela, ressoando-a a cada estado de disposição corpóreo-mental. Como modo de uma substância

pensante ou fragmento pensante, vislumbro no judeu de Amsterdã uma *cosmodinâmica* na qual cada movimento é determinado pelos demais, conferindo ao todo e às partes o *conatus* de persistência no existir (ver capítulo II). Da unicidade do ser provém a diversidade dos entes, como a precipitação do uno na diferença. Creio também poder conjecturar, a partir de um núcleo essencial da metafísica spinozista, que a ideia de liberdade da qual dispomos como humanos não é a do indivíduo, separado e ilhado do mundo. Tampouco é a de uma coletividade de indivíduos, mas sim a liberdade emanada do princípio maior de unidade e infinitude da substância, ou seja, a liberdade da natureza é a mesma de uma substância una e infinita, que não age por constrangimento externo, mas por sua essência que envolve sua existência (ver capítulo II). Em ambos os sistemas pode-se perceber que a liberdade do indivíduo existe à medida que existe a liberdade do ser que sem constrangimentos se oferece, como apelo ao homem. Mas, se esse apelo do ser oferece-se a todos os modos do universo, que papel protagonista atribuir ao homem, à sua linguagem da qual se julga senhor, à sua lógica cheia de paradoxos e contradições, e à sua ciência que diante do microcosmo se revela eclipsada pela contingência? Sustento, pois, que conceder ao homem o papel de árbitro universal do qual depende a verdade de suas proposições, além da escolha da realidade, é assim retornar aos epiciclos de Ptolomeu e à Terra central e majestática.

Sigo perguntando por que este modo finito, cujo corpo raramente passa de dois metros em qualquer de suas dimensões, sua massa raramente passa de 100 kg e sua idade quase nunca passa dos 100 anos, se outorga o direito de escolher, a depender do que pensa, fala e age, aquilo que pode ser chamado de real? Por que este modo de ser julga ter o real que passar por seus crivos e categorias cognitivas? Porque em relação ao finito tanto o infinito quanto o infinitésimo aparecem indeterminados, e a um modo finito, a substância com os seus infinitos atributos infinitos se esconde, pensando o homem poder se desprender do fluxo universal *Εν Παντα* isolando-se em sua centralidade de sujeito transcendental. Sinto como Spinoza que a liberdade é, pois, se deixar levar por um fluxo natural que emana de tudo para todos e de um para o todo, fazendo o *conatus* transitar das partes ao todo e deste novamente às partes. É necessário fazer da finitude do homem o seu projeto, e não a sua prisão. Tornar, pois, o homem, e todas as suas manifestações, um centro ou um éter estático a partir do qual tudo é escrito, falado e pensado,

é voltar ao geocentrismo, condenando Galileo a abjurar de suas heresias e excomungando Spinoza por ter descentralizado o homem e seu Deus pessoal e antropomórfico. É com esse modesto olhar de um modo finito que contempla um universo infinito sem centros que proponho a construção de uma pedagogia pensante e filosofante que se ofereça a qualquer modo, como resposta à sua atenção ao mundo, sem hora ou local marcados (ver **Quadro 1**, itens 6 e 7).

Encerro este último ciclo de reflexões defendendo que uma grande Filosofia, como a de Spinoza, busca a Natureza que há dentro do homem, fazendo-o ressoá-la dentro de si, entendendo também que cada elétron de nosso corpo e cada ideia de nossa mente são projeções do pensamento substancial. O homem é um modo finito existente na natureza, mas muitos ainda pensam que é a natureza, um modo pensado pelo homem, como nos explicita Galeffi:

> (...) não há dados naturais dotados de conteúdos humanos, e sim conteúdos humanos dotados da naturalidade de processos gerativos auto-reguladores[9].

Ter isto em mente, de forma muito clara, é restabelecer mais um elo, há muito perdido, da longa corrente rompida do pensamento humano. É através desse elo restituído que se nos oferece a possibilidade de uma grande e profunda ressonância entre o sistema spinozista, ainda eivado de um latim escolástico, e uma ontologia do ser, contemporânea e desprovida de centros cognitivos privilegiados que, por sua vez, nos conduz a uma pedagogia filosofante e pensante. Para Spinoza, a substância é o Ser em si, por si e para si, o Ser do qual tudo depende e que não depende de nada; o Ser que não tem causa ou que é causa de si mesmo; o Ser absoluto, o Ser absolutamente ilimitado e infinito. Não será esta também a fonte de motivação de Einstein para buscar a unidade intrínseca em todas as leis da Natureza?

Quadro 1: A práxis da pedagogia spinozista da Física

1. Fazer sempre que possível uma descrição do contexto histórico e filosófico do tema (ver introdução).
2. Estimular a leitura de textos originais e a redação de textos próprios (introd. e cap. II).
3. Entender o aristotelismo dos alunos (cap. III).
4. Ensinar a matemática não como "fórmulas da Física", mas como um *Logos da natureza*. (cap. X).
5. Conversar e ouvir a natureza através da matemática, assim como o surdo Beethoven "ouvia" suas partituras:

   $y = ax$ ("y é diretamente proporcional a x")

   $y = a/x$ ("y é inversamente proporcional a x")

   $y = a\mathrm{sen}(wx)$ ("y se repete periodicamente")

   $y = a\, e^{bx}$ ("y cresce vertiginosamente com x").
6. Perceber o aluno como parte integrante do mundo, e não como seu objeto de transformação. (na ontologia de Spinoza não há sujeitos nem objetos, e sim modos (caps. II e X).
7. Perceber-se como fonte possível de conhecimento do aluno, e não como seu sujeito de transformação (caps. II e X).
8. Estimular a observação cuidadosa de fenômenos cotidianos como feijão cozinhando, buzinas de carros em movimento, arco-íris, gotas de chuva caindo etc. (cap. X).
9. Estimular perguntas a partir das observações (e vice-versa) (cap. X).
10. Fazer perceber que a Física está na natureza e no mundo cotidiano, e não apenas nos livros, na sala de aula, laboratórios ou nas listas de exercícios (caps. VI e X).
11. Dar aulas alegres, divertidas, realçando os elementos pitorescos de uma teoria científica, pois a alegria e a felicidade andam de mãos dadas com o conhecimento e o bom aprendizado ("A felicidade é a própria virtude", caps. II e V).

12. Motivar o aluno a manter seu corpo ativo, para que a mente seja ativa (isonomia corpo e mente, caps. II e VI).
13. Considerar o conhecimento prévio do aluno como "o primeiro martelo", e não algo "rudimentar" ou "equivocado" (caps. II e X).
14. Perceber-se como igual na diferença e diferente na igualdade com o aprendiz (uma relação de modos finitos com a substância) (cap. X).
15. EVITAR:

15.1. o ensino do tipo fragmentado no qual "a Física é um castelo medieval que se basta a si própria", e não depende das demais manifestações do espírito humano (cap. X).

15.2. uma atitude excessivamente empirista ("tudo que se pensa vem da experiência", cap. III).

15.3. extensas bibliografias e excesso de comentadores (cap. X).

15.4. adestramento do tipo "centenas de problemas para resolver" e tal "problema tal fórmula" (introd., cap. X).

15.5. Recortar de tal forma um problema de pesquisa para que caiba no método, tornando-o assim artificial e desinteressante (cap. X).

Ode a Spinoza

Finalizo com algumas manifestações de apreço de algumas personalidades, ao filósofo ao qual foi dedicado este livro, compiladas da bibliografia disponível.

Leibniz, embora um contumaz crítico de Spinoza a quem considerava um "inimigo genial a ser combatido", acrescentou:

> Os filósofos banais começam por filosofar sobre as coisas, Descartes começou pela mente e Spinoza por Deus[10].

Em 1877, na inauguração de um monumento em homenagem a Spinoza, em Haia, Ernest Renan disse:

> Ele, do seu pedestal de granito, ensinará a todos a via da felicidade que encontrou, e, pelos séculos, o homem culto que passará pelo *Pavilioensgracht* dirá a si mesmo: é daqui, talvez, que "*Deus foi visto de mais perto*"[11].

O poeta inglês William Wordsworth captou de forma sublime a filosofia de Spinoza, com estes versos:

> Algo que habita a luz de sóis poentes
> e o oceano redondo e o ar vivo
> e o céu azul e a mente do homem.
> Um movimento e um espírito que impele
> todas as coisas pensantes,
> todos os objetos de todos os pensamentos,
> e atravessa todas as coisas[12].

Pelos motivos e argumentos expostos em sua filosofia, que não prescinde em qualquer uma das suas proposições da ideia de Deus, Spinoza foi considerado pelo poeta Friedrich von Hardenberg Novalis:

> "O homem embriagado de Deus" (*Der gotbetrunkener Mensch*)[13].

O escritor Sully Prud'homme também lhe dedica um poema de terna devoção:

> *C'etait um homme doux, de chetive santé*
> *Qui, tout en polisssant de verres de lunnetes,*
> *Mit l'essence divine en formules très nettes,*
> *Si nettes, que le mond en fut épouvanté (...)*[14]

Segundo Goethe:

> Esse homem que me modificou tão maravilhosamente e que estava destinado a afetar de forma tão profunda o meu modo inteiro de pensar, era Espinosa (...) Depois de procurar em vão por todo o mundo um meio para desenvolver a minha natureza, deparei-me com a Ética desse filósofo (...) Na Ética encontrei apaziguamento para minhas paixões; pareceu-me que se abria ante meus olhos uma visão ampla e livre sobre o mundo físico e moral. A imagem deste mundo é transitória; desejaria ocupar-me somente das coisas duradouras e conseguir a eternidade para meu espírito, de acordo com a doutrina de Spinoza[15].

O filósofo existencialista Karl Jaspers, a menos de um "quase", também deixa poucas dúvidas quanto a sua admiração por Spinoza:

> Em Spinoza a visão intelectual do universo apresenta-se, de um só golpe, quase perfeita[16].

O filósofo F. Schleiermacher, um dos criadores da hermenêutica contemporânea, jamais ocultou seu spinozismo radiante:

> Rendei commigo aos manes do sancto Spinoza... Penetrou-o sublime espírito do mundo, o infinito foi seu começo e seu fim, o universal o seu único e eterno amôr; vivendo em sancta innocencia e humildade profunda, elle se mirava no mundo terno, e era o seu espelho fiel; sim, elle foi cheio de religião e cheio de espírito sancto; por isto mesmo se nos mostra só e sem egual, mestre em sua arte, mas elevado acima do mundo profano, sem discípulo e sem direito de cidade[17].

Para Hegel, a filosofia spinozista é o primeiro e necessário patamar a ser atingido, rumo à altitude maior:

> O pensamento deve absolutamente se elevar ao nível do spinozismo antes de se elevar mais alto ainda. Quereis ser philosophos? Começae por ser spinozistas; nada podereis sem isto. É preciso antes de tudo banhar-se neste ether sublime da substância única, universal e impessoal, onde a alma se purifica de toda a particularidade e rejeita tudo aquillo em que tinha até então acreditado, tudo, absolutamente tudo[18].

O próprio professor Farias Brito, assim se expressa em relação ao filósofo ao qual dedicou grande parte de seus estudos:

> Em ninguém foi maior a paixão do conhecimento; em ninguém foi mais tenaz e vigoroso o esforço pela verdade. Poderão combatel-o, mas ninguém deixará de admiral-o. Sua philosophia apresenta-se na história do pensamento com a mesma imponência com que se apresentaria em vasto deserto uma montanha de cristal dominando o alto e na qual batessem em cheio os raios de sol. Em vão sopra sobre ella com fúria a poeira do tempo; nada lhe poderá enfraquecer o brilho imperecível[19].

Embora o inconsciente freudiano possa ter sido influenciado pelo conceito de preservação inconsciente da existência, expresso pelo *conatus* spinoziano, Freud jamais citou explicitamente o filósofo. No entanto, quando questionado a respeito, numa carta a Lothar Bickel, de 1931, ele explica a omissão:

> Confesso sem hesitar a minha dependência no que diz respeito aos ensinamentos de Spinoza. Mas se nunca me dei o trabalho de citar o seu nome explicitamente é porque não deduzi os princípios de meu pensamento da obra desse autor, mas sim das conseqüências que ele produziu[20].

Frederic Pollock acredita que Spinoza tenha influenciado o pensamento biológico moderno, notadamente a obra de Darwin e Wallace, e completa enfaticamente:

> Spinoza é cada vez mais o filósofo dos homens de ciência[21].

O pensamento de meu amigo e correspondente espanhol César Castañeda resume bem o grande projeto spinozista:

> Enquanto que a maioria dos filósofos modernos constrói uma filosofia do homem dentro da natureza, Spinoza constrói uma Filosofia da Natureza dentro do homem[22].

De fato, a metafísica de Spinoza pode ser mais bem entendida como a de um homem que é modo de ser da Natureza do que uma natureza que é modo de pensar do homem. Sua epistemologia não leva à construção teórica do universo por um sujeito central, mas à ideia do cosmos em que o homem humildemente se posiciona como um modo corpóreo, pensante e finito, que ausculta suas leis, abrigadas sob o manto da essência eterna da Substância Única e Infinita. Por sua vez, Einstein jamais se conformou que uma teoria científica fosse apenas uma útil conta de chegada ao empírico, sendo aceita provisoriamente ou descartada definitivamente por restritos critérios epistemológicos. Para ele, uma teoria científica, muito além de satisfazer tais critérios e além de uma descrição útil, deveria estar fundamentada em "elementos de realidade", ou seja, aqueles que vigem por si mesmos, e não dependem da observação humana ou de quem quer que seja. Desta forma, ele ousou a ontologia da equação única que estabelecesse uma geometria do mundo perene e verdadeira. O próprio homem, e todas as demais coisas, seriam singularidades desta Geometria. Nesse sentido os dois projetos convergem. Einstein percebeu ainda que o *Deus Sive Natura* de Spinoza refletia-se do mais ínfimo spin eletrônico às mais extensas galáxias do universo. A Ciência teria assim uma dimensão religiosa. Para ambos, Deus é a Realidade inteligente e autoconsciente, sempre muito mais ampla do que qualquer coisa

que possa ser descrita apenas por números ou palavras, sendo o jardim que não carece de jardineiro, pois se faz por si mesmo. O ser humano é tão-somente um pequenino arbusto de existência limitada, corpórea e pensante, plantado neste Jardim ilimitado que a ele se desvela com mistério e espanto.

Concluo estas páginas com um verso que o autor da Teoria da Relatividade dedicou ao seu filósofo predileto, e que me deu uma motivação a mais para escrevê-las:

Como amo esse nobre senhor,
mais do que expressar sou capaz.
Com sua auréola de esplendor,
Temo, porém que ficará a sós.
(Albert Einstein, *Zu Spinozas Ethic)*[23]

NOTAS

Nota autobiográfica

[1] HANSON, N. R. *Patterns of discovery:* An Inquiry into the Conceptual Foundations of Science. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1958, p.119.

Introdução

[1] KUHN, Thomas S. *A Estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Perspectiva, 1982.

[2] ESPAGNAT d' B. *À la recherche du réel*. Paris: Gauthier-Villars, 1979.

[3] KOUZNETZOV, B. *Spinoza et Einstein*. Revue de Synthese 88, nos. 45-46, 1967, p. 31-52.

[4] HEIDEGGER, M. *Ensaios e conferências*. Trad. E. C. Leão et alli. Petrópolis/RJ: Vozes, 2001, p.53-55.

Capítulo I

[1] Para uma boa compreensão da história judaica nos países ibéricos, sugiro a leitura de JOHNSON, P. *A history of the jews*. New York: Harper & Row Publishers, 1987. (nas Referências Bibliográficas consta apenas a edição brasileira).

[2] Um exaustivo levantamento das vítimas, nos vários países onde foi instaurada a Inquisição, pode ser encontrado em BETHENCOURT, F. *História das Inquisições*, Portugal, Espanha e Itália, sécs. XV-XIX. São Paulo: Companhia das Letras, 2000. Quadro VI, p. 309.

[3] BETHENCOURT, op.cit.

[4] Literalmente significa filho da lei: é uma cerimônia em que os meninos, ao completarem 13 anos, são iniciados na lei mosaica e tidos como responsáveis perante ela.

[5] Sétimo e último dia da semana judaica e termo do qual deriva a palavra *sábado,* em português. Segundo a tradição bíblica, Deus fez o mundo em 6 dias descansando no último dia, ou seja, no *shabat*.

[6] O romance de ZIMMERMAN, R. *O último cabalista de Lisboa*. São Paulo: Companhia das Letras, 1999, é um retrato desta época, e descreve a sólida amizade entre um mouro e um judeu que unem suas forças para escapar às perseguições.

[7] Ao longo deste texto, quando me estiver referindo ao filósofo, adotarei a grafia *Spinoza* ao invés de Espinosa, não só por ser internacionalmente aceita, como também por ser a forma mais comum como ele próprio assinava seu nome. Por coerência, adotarei os adjetivos *spinoziano(a) ou spinozista,* para designar tanto algum atributo, ideia ou característica essencial de seu pensamento, como alguém que segue ou admira a sua filosofia, e *spinozismo,* para a doutrina de Spinoza entendida como um todo. Como a sua filosofia foi ferozmente combatida em seu tempo, o termo "spinozismo" pode ter, para alguns autores, uma

conotação pejorativa, que, entretanto, aqui não terá. Em algumas citações, notas e referências aparecerão também as grafias *Espinosa* e *espinosano*(a), para respeitar o texto original dos autores que a utilizam, como, por exemplo, a autora M. Chauí e a tradutora do livro de M. Jammer, V. Ribeiro.

[8] Um interessante artigo acerca da genealogia da família Espinosa é *A Genealogia Portuguesa de Spinoza*, de Valadares, P., publicado na Revista *O Hebreu*, julho, 2000.

[9] Escolas judaicas de iniciação aos estudos da *Mishná,* a compilação das leis judaicas; do *Talmud*, comentários sobre os diversos aspectos das leis e da *Kabbalah (cabala),* a interpretação mística da *Torá* (a Bíblia judaica, composta dos cinco livros que constituem o Pentateuco).

[10] RENAN, E. Discurso pronunciado em Haia, em 21 de fevereiro de 1877, por ocasião do 200º. aniversário da morte de Spinoza. In: FRAGOSO, E. A. R. (Org.). *Spinoza 5 ensaios*. Londrina: Eduel, 2004, p.4.

[11] GEBHART, C. *Spinoza*. Buenos Aires: Losada, 1940.

[12] Ibid., p. 17.

[13] JOHNSON, op. cit., p. 289.

[14] Ibid., p. 293. (Tradução do Autor)

[15] Reproduzo o comovente inventário de bens deixados por Spinoza:

PRIMEIRO INVENTÁRIO DE SPINOZA (21-2-1677)

Estado e inventário dos bens deixados por Benedictus de Spinoza, que era natural de Amsterdã e faleceu no dia de hoje na casa do senhor Hendrick van der Spyck, tudo de acordo com os informes do referido senhor Spyck. Em primeiro lugar, uma cama, uma almofada, dois almofadões e duas mantas, junto com um par de lençóis vermelhos, cortinas e uma colcha de pano, e, ademais, sete camisas, boas e ruins, e dois pares de lençóis a mais. Segue o que se acha num quartinho da frente, cuja porta foi por mim selada, o tabelião: um moinho de afiar, com distintos utensílios para polir cristais e um armário com diversos livros; uma calça e uma jaqueta turcas, uma calça e uma jaqueta de pano e um agasalho turco de cor e outro turco negro; uma chave e um carimbo ao lado; chapéus negros e um cabo negro; dois pares de sapatos, um negro e outro cinza, com um par de fivelas de prata; um quadrinho que representa um tipinho; uma mesinha de madeira e outra mesinha de três pés, outras duas mesinhas com utensílios em cima e um cofrinho que está embaixo. Assim foi feito e inventariado por mim, o tabelião, com residência em Haia, tudo em conformidade com os informes do senhor Spyck, sem que, ao meu conhecimento, tenha-se silenciado nada. Fez-se que esta ata fosse levantada em presença de Johannes van Kempen e Hendrick Soudael como testemunhas. Haia, a 21 de fevereiro de 1677. Disponível em: <http://www.eListas.net/lista/spinoza>.

[16] RENAN, op. cit., p.5. Refere-se possivelmente à secularização do pensamento judaico, ocorrida ao longo do séc. XIX, com a *Haskalá*, movimento análogo ao Iluminismo francês ou ao *Aufklärung* alemão, que teve início com o filósofo Moses Mendelssohn, atingindo o seu clímax, em meados do séc. XIX até o início do séc. XX, com as obras de Marx, Einstein e Freud.

[17] KAPLAN, Y. *Do cristianismo ao judaísmo.* A história de Isaac Oróbio de Castro. Tradução H.A. Mesquita. Rio de Janeiro: Imago, 2000.

[18] O episódio envolvendo Uriel foi bastante traumático, pois condenado pela sinagoga ao castigo das 39 chibatadas, embora reabilitado, ele não resistiu à humilhação, acabando por se suicidar.

[19] Como veremos no próximo capítulo, o sistema de Spinoza não permitia rasuras, sob o risco de se corromper por completo.

[20] JOHNSON, op. cit.

[21] KAPLAN, op. cit.

[22] "Horrendas heresias que praticava e ensinava"; "maldito seja ele de dia seja de noite seja em seu deitar e em seu levantar em seu sair e seu entrar"; "jazerão?? sobre ele todas as maldições escritas no Livro da Lei"; "advertindo que ninguém lhe pode falar bocalmente nem por escrito" etc.— são alguns exemplos da acidez contida num texto padrão de um *cherem*.

[23] CHAUÍ, M. *A nervura do neal,* Imanência e Liberdade em Espinosa. Vol. 1. São Paulo: Companhia das Letras, 1999.

[24] Obra considerada como a pedra fundamental da cabala, atribuída ao rabino Yohanan ben Yohai.

[25] JOHNSON, op. cit., p. 292.

[26] SPINOZA, B. *Tratado teológico político*. Buenos Aires: Lautaro, 1965.

[27] CHAUÍ, M. *Espinosa,* uma filosofia da liberdade. 2ª ed. São Paulo: Editora Moderna,1995, p. 25-29.

[29] Chegou a circular em sua época uma gravura retratando um Spinoza carrancudo, com a epígrafe: Benedictus de Spinoza*, judeos et atheista*.

[30] GEBHART, op. cit.

[31] JOHNSON, op. cit., p.325.

[32] Carta a Willy Aron, Janeiro, 1943, *apud* PATY, M. Einstein and Spinoza e Spinoza and the Sciences. In: GRENE, M.; NAILS, D. (eds.). *Nome da obra.* Boston: Dordrecht D. Reidel Publishing Company, 1986. p. 267-302; p. 276. (Tradução do Autor) Não consta das Referências Bibliográficas.

"For those Jews who broke with tradition, atheist in the sense of an anthropomorphic God, such as Spinoza and Einstein, jewishness is nevertheless an important element of their personalities. (...) Einstein notes that Spinoza conception of the world was penetrated by the thought and sensitivity characteristic of Jewish intelligence in its very life, "I fell", he wrote, "that I could not be so near to Spinoza if I were not myself a Jew" (letter to Willy Aron, Jan 14, 1943).

[33] Ibid., p.277.

[34] CHATELET, F. *História da Filosofia*. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1979, p. 237.

Capítulo II

[1] CHAUÍ M. *A nervura do real,* Imanência e Liberdade em Espinosa. V. 1. São Paulo: Companhia das Letras, 1999.

[2] Quando comecei a escrever este texto, consultava apenas ESPINOSA, B. *Ética*. 3ª ed. São Paulo: Abril Cultural, 1983a, Coleção Os Pensadores, com diversos tradutores. No ano passado, foi lançada uma nova edição da Ética (SPINOZA, B. *Ética*. Tradução Tomaz Tadeu. Belo Horizonte: Autêntica, 2007), que apresenta o texto traduzido em português, lado a lado com o original em latim. Como cheguei a estudar este idioma no antigo ginásio,

passei então a consultar tal edição para dirimir dúvidas acerca das proposições cujas traduções não me pareciam muito claras. As passagens da *Ética* que, em nossa língua, me pareceram mais obscuras são, principalmente, as que têm seguidas negações, estilo este que o filósofo judeu utiliza sistematicamente. Elas ficaram mais claras para mim depois de as ter lido em latim. O leitor mais exigente poderá comparar as duas edições da *Ética*, guiando-se pelo número da proposição, axioma, corolário ou escólio citados.

[3] Ibid., EI, Axioma 1.

[4] Ibid., Axioma 3.

[5] Ibid., Axioma 4.

[6] JAMMER, M. *Einstein e a religião*. Rio de Janeiro: Contraponto, 2000.

[7] SCALA, A. *Espinosa.* São Paulo: Estação Liberdade, 2003.

[8] JAMMER, op. cit.

[9] ESPINOSA, op. cit., p.135.

[10] Ibid., EI, Axioma VII, p.78.

[11] FARIAS BRITO, R. O ponto culminante da philosophia de Spinoza. *Cadernos Espinosanos,* local, VII, 2001, p. 39.

[12] Sugiro a leitura das cartas de Spinoza de números: IV (a Oldenburg), IX (a de Vries) e LXIII a LXV (a Schuller e Tschirnhaus), que abordam a questão da substância, seus atributos e acidentes.

[13] ERDMANN, citado por FARIAS DE BRITO, 2001, p.41.

[14] FARIAS DE BRITO, op. cit., p. 44-45.

[15] Ibid., p. 47.

[16] Um espaço vetorial é definido da seguinte forma:

Se existe uma operação soma + tal que:

Para ψ_1 e ψ_2 pertencentes a esse espaço então? $\psi = a_1\psi_1 + a_2\psi_2$ também pertence.

Existe um elemento 0 tq: $\psi + 0 = \psi$, para qualquer ψ.

A todo ψ existe um elemento $(-\psi)$ tq: $\psi + (-\psi) = 0$ então o conjunto das ψ constituem um espaço vetorial.

[17] Afetar, do latim *affectare*, significa originariamente ir atrás, alcançar. Assim, um corpo afetado foi alcançado pelas influências dos demais corpos que o circundam. Uma afecção é, portanto, o alcance das influências que um corpo sofre do restante do universo. Até a quinta parte da Ética, a ideia será sempre a ideia de uma afecção corpórea.

[18] ESPINOSA, 1983a, p. 139.

[19] Ibid., EII, esc. prop. VII, p.139.

[20] Ibid., p.139.

[21] Para uma discussão mais pormenorizada acerca das leis da natureza enquanto modificações infinitas dos atributos de Deus, ver parte VI.

[22] A ontogênese dos modos a partir dos atributos, e destes, a partir da substância, lembra em alguns aspectos a metáfora da cabala judaica na qual Deus reduziu-se ao criar o universo. O ato em que Deus causa as coisas existentes é uma redução ou contração de sua dimensionalidade infinita. Voltaremos a falar sobre isso também na parte VI.

[23] ESPINOSA, op. cit., p. 177.

[24] Na parte VI, retornaremos com mais detalhes à prop. XIX, E II, prop. XIX, p. 151.

[25] CHAUÍ, op.cit.

[26] Pequena glândula situada no interior do cérebro onde o corpo e a mente poderiam interagir, pois que, para o filósofo francês e sua visão mecanicista, somente poderia haver interação entre dois objetos por contato direto entre eles.

[27] SCALA, op. cit., p.83.

[28] ESPINOSA, 1983a.

[29] Ibid.

[30] Ibid., E III, props. VI e VII.

[31] Ibid., E IV, def. 8.

[32] Ibid., E III, def. 1.

[33] Ibid., EIII, def. 3. (Grifo do Autor)

[34] Ibid., EIII, prop 2, corol.

[35] Ibid, E III, prop. III.

[36] Ibid., E II, prop. XXIX, esc.

[37] Ibid., EIII, def. 3.

[38] PORTILLO, C. In: SPINOZA DISCUSSION LIST. Disponível em: <http://www.eListas.net/lista/spinoza>. Acesso em: 2001.

[39] Ibid., E III, prop. II.

[40] Ibid., E II, prop. XLIX, corol. + demo.

[41] SCHOPENHAUER, A. *O livre arbítrio*, Über den willen in der natur. Rio de Janeiro: Ediouro, s/d.

[42] EINSTEIN, citado por PAIS, A. *Sutil é o Senhor*, Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997b, p. 156.

[43] ESPINOSA, op.cit., E II, prop. XXXV, esc. (Grifos do Autor)

[44] SCHOPENHAUER, A. *O mundo como vontade e representação* (III parte). São Paulo: Nova Cultural, 1999. Coleção Os Pensadores.

[45] Para Spinoza, os corpos externos só podem ser percebidos pela mente humana enquanto afecções do próprio corpo humano.

[46] Ibid., EIV, proposição II, demo II. Grifo do autor

[47] Ibid., E IV, props. XXI e XXII e esc. XVIII.

[48] Ibid., 1983a, EII, prop. XIX.

[49] Ibid., EII, prop. XXIII.

[50] CHAUÍ, op. cit.

[51] Ibid., EIV, prop. II + demo II. (Grifo do Autor)

[52] NEWTON, Sir I. *Princípios matemáticos da filosofia natural*. São Paulo: Nova Cultural, 1987. Coleção Os Pensadores.

[53] ESPINOSA, op. cit.

[54] Ibid., EII, A1. (Grifos do Autor)

[55] Antes porém de Spinoza, Descartes estabeleceria um princípio de inércia, que pode ser considerado um precursor da primeira lei de Newton, embora o sábio francês não estabelecesse um conceito claro de massa, confundido-a com o volume (ver cap. III).

[56] Ibid.

[57] Ibid.

[58] Ibid.

[59] PONCZEK, R. L. *Reflexões espinosanas sobre a idéia "Quero levantar-me da cama"*. In: Anais do XI Encontro Nacional de Filosofia da ANPOF, 2004b, p. 400-401.

[60] DESCARTES, R. *Discurso sobre o método*, para bem dirigir a própria razão e procurar a verdade nas ciências. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1998.

[61] A Profa. Maria Luísa Ferreira, com quem tive proveitoso diálogo, durante a parte final da redação deste livro, acredita que Spinoza não usaria o termo "mente de uma bactéria", mas sim a ideia de uma bactéria, pois a mente é exclusiva do homem, enquanto capaz de ter uma ideia reflexiva ou ideia da ideia. Completa ela que Spinoza diz explicitamente "*homo cogitat*", "embora não defina o homem pelo pensamento".

[62] Ibid. (Grifos do Autor)

[63] Ibid., EII, prop. XIII.

[64] Ibid., EII, prop. XIII, esc. (Grifos do Autor)

[65] Sempre no sentido de haver em Deus ideias associadas a este corpo.

[66] Podemos citar os professores espanhóis César Mollinero Castañeda e Carlos Portillo e a portuguesa Profa. Maria Luísa Ferreira, com os quais mantivemos uma longa e frequente correspondência, como os mais veementes defensores dessa linha interpretativa.

[67] Ibid., E II, prop. XIII.

[68] Ibid., E II, prop. XXII.

[69] Ibid., E II, prop. XXIII.

[70] Famosa personagem do antológico conto *a Metamorfose*, de Franz Kafka. (Nota do Autor)

[71] Ibid., EI, prop. XXIX, esc.

[72] ESPINOSA, B. *Tratado da correção do intelecto*. 2ª ed. São Paulo: Abril Cultural, 1983c, p.65-66. Coleção Os Pensadores

Capítulo III

[1] A interpretação das leis da natureza, como modos infinitos sob o atributo extensão, será discutida mais adiante, no cap.VI, dedicado à Teoria da Relatividade.

[2] PONCZEK, R.L. A polêmica entre Leibniz e os cartesianos: mv ou mv^2? *Caderno Catarinense de Ensino de Física,* vol. 3, 2000, p. 336-347.

[3] HEIDEGGER, M. *Caminhos de floresta.* Tradução I.B. Duarte et alli. Local: Calouste Gulbenkian, s/d., p. 102.

[4] DESCARTES, R. *Princípios de filosofia*. Obras Escolhidas. São Paulo: Difel, 1982, p.43.

[5] Id.,1982, p. 44.

[6] A Filosofia dualista cartesiana opera com dois atributos essenciais, a *res extensa* e a *res cogitans*. O primeiro se refere à extensão dos corpos materiais e o segundo às coisas do pensamento como a razão, as paixões etc. Assim sendo, o conceito físico fundamental para Descartes é a porção de espaço que um corpo ocupa, isto é, seu volume. O conceito de massa só foi introduzido formalmente na física pelos *Principia* de Newton. No entanto, corpos feitos da mesma substância (hoje chamaríamos de mesma densidade) têm a massa proporcional ao volume, de sorte que a extensão cartesiana, somente confunde-se com a massa, para uma restrita família de corpos feitos da mesma substância.

[7] MORA, J.F. *Dicionário de filosofia*. São Paulo: Martins Fontes, 1998. (verbetes essência e causa)

[8] GALILEI, G. *Duas novas ciências*. São Paulo: Nova Stella Editorial, 1985.

[9] Leibniz. *Essay on Dynamics*. In: COSTABEL, P. *Leibniz and dynamics* (The text of 1692), Cornell University Press, 1973, p.54.

[10] A esta altura, Leibniz inspirado nos *Principia* de Newton provavelmente já possuía um conceito mais claro de massa, que segundo o sábio inglês é a "quantidade de matéria oriunda conjuntamente da sua densidade e grandeza".

[11] Id. ibid.

[12] Para uma minuciosa análise dos argumentos de Leibniz a favor da *vis* viva e contrários à quantidade de movimento de Descartes, o leitor poderá consultar o artigo de SILVA, L.A. e BASTOS FILHO, J.B. (1995): "Which is the true force? Descartes Quantity of Motion or Leibniz vis viva?" No artigo em questão, os autores demonstram que a afirmação central de Leibniz, sobre a equivalência causal entre dois corpos de massas distintas, situados inicialmente em alturas inversamente proporcionais às suas massas, pode ser inferida da estática, o que historicamente lhe dá uma aura de credibilidade, pois esta ciência já estava bem estabelecida à época de Leibniz. Em seguida, os autores consideram um experimento mental distinto, substituindo o efeito final "elevar-se à mesma altura" por "deformar uma superfície", mostrando que o princípio metafísico de causa imanente é aplicável também para o que hoje denominamos de choques totalmente inelásticos.

[13] Na primeira edição dos *Principia* (cujo prefácio é de 8 de maio de 1686), em sua definição III, Newton escreve: *A força inata da matéria é um poder de resistir pelo qual cada corpo, enquanto depende dele, persevera em seu estado (...)*.

[14] Op. cit.

[15] VOLTAIRE. *Elementos da filosofia de Newton*. Campinas/SP: Unicamp, 1996.

[16] SCHURMANN, P. F. *História de la física*. Tomo 1. 2ª ed. Buenos Aires: Editorial Nova, p.267.

[17] COSTABEL, op.cit., p. 54.

[18] Além de dois princípios de conservação do movimento de translação será necessário estabelecer um outro princípio de conservação para a quantidade de rotação de um sistema fechado. A este princípio, enunciado pela primeira vez de forma completa por Lagrange, denominou-se de princípio de conservação do momentum angular.

[19] EINSTEIN, citado por HALLIDAY, D.; RESNICK, R. *Física*. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1973, p.189.

Capítulo IV

[1] EINSTEIN, A. *Notas autobiográficas*. 5ª. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1982.

[2] Op. cit., verbete causa.

[3] Literalmente do latim: “Hipóteses não finjo”. Uma tradução mais livre para o português, seria: “Hipóteses, não as invento (ou simulo)”.

[4] NEWTON, I. *Princípios matemáticos da filosofia natural.* São Paulo: Nova Cultural, 1987, p. 170. (Grifo do Autor)

[5] ESPINOSA, op. cit., p.145.

[6] DESCARTES, R. *Princípios de Filosofia*. Tradução S. Milliet. Obras Escolhidas. São Paulo: Difel, 1982.

[7] Id., ibid., EII, prop.VII.

[8] Op. cit.

[9] HAMILTON. In: LALANDE.A. *Dicionário técnico e crítico da filosofia.* São Paulo: Martins Fontes,1990. (verbete causa)

[10] KANT, I. *Crítica da razão pura*. Buenos Aires: Editorial Losada, 1973. (Grifo do Autor)

[11] SCHOPENHAUER, A. *O livre arbítrio*. Rio de Janeiro: Ediouro, s/d, p.64. (Grifo do Autor)

[12] LOCKE J. *Ensaios sobre o entendimento humano*. São Paulo: Abril Cultural, 1979, L2, cap.33, passim, sec. 5-7. Coleção Os Pensadores.

[13] HUME, D. *Investigações sobre o entendimento humano e sobre os princípios da moral*. São Paulo: Unesp, 2003, p. 57-61, passim.

[14] LEIBNIZ, G.W. *Novos ensaios sobre o entendimento humano*. São Paulo: Nova Cultural, 1992, p. 4-5. Coleção Os Pensadores.

[15] Em português, a palavra razão significa tanto divisão entre dois números quanto capacidade de dedução e discernimento entre o falso e o verdadeiro.

[16] SYMON, K. R. *Mechanics*. Addison-Wesley, 1960.

[17] A força oscilante aplicada ao corpo pode ser diretamente observada através de um dinamômetro ou “balança de feirante”, presa ao corpo, ao passo que a aceleração também pode ser observada através de um “acelerômetro”, isto é, um pêndulo que pende do corpo o qual defletir-se-á com um ângulo θ dado por $tg\ \theta = a/g$.

[18] SEARS, F. *Física 1*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1983, p.3.

[19] TIPLER, P. A. *Física I*. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1978, p.3.

[20] NUSSENZVEIG, H. M. *Curso de física básica*. São Paulo: Edgard Blücher, 1988, v. 1, 1981, p.5.

[21] PASCAL G. *O Pensamento de Kant*. 7ª ed. Petrópolis/RJ: Vozes, 2001, p.80.

[22] CAMARGO, E. P. et al. Concepções espontâneas de repouso e movimento de uma pessoa deficiente visual total. *Caderno Catarinense de Ensino de Física,* n.3, dez.2000, p.308.

[23] EINSTEIN, A. *New York Times*, em 2 de abril de 1921, apud PAIS, 1997a, p.151.

[24] EINSTEIN, op. cit., p.52.

Capítulo V

[1] HEISENBERG, W. *A parte e o todo.* Encontros e conversas sobre Física, Filosofia, Religião e Política. Rio de Janeiro: Contraponto, 2000, p.73-85.

[2] PATY, op. cit., p. 274. (Tradução do Autor)

[3] MAXWELL, J.C.apud OVERBYE, D. *Einstein apaixonado,* um romance científico. São Paulo: Globo, 2000, p.69.

[4] Para uma boa introdução à história do eletromagnetismo, sugiro a leitura de ROCHA, J. F.M. *Origens e evolução das idéias da Física*. Salvador: Edufba, 2002, Cap. III, p.185-280.

[5] OVERBYE, op. cit.

[6] KRAGH, H. *Quantum generations,* A History of Physics in the 20th Century. New Jersey: Princeton University Press, 1999, p.88. (Tradução e grifos do Autor)

[7] Id. Ibid, p.88. (Tradução e grifo do Autor)

[8] A primeira grande sensação da vida do jovem Einstein ocorreu quando tinha apenas 4 ou 5 anos e seu pai havia lhe mostrado uma bússola, cuja agulha movia-se "sem um toque direto". (ver EINSTEIN, 1982, *op. cit.*, p. 18)

[9] EINSTEIN, op. cit., p. 19-20.

[10] Na teoria geral da relatividade, Einstein generalizou esses postulados a fim de que fossem válidos para todos os observadores, independentemente de seus movimentos relativos.

[11] KRAGH, op. cit., p.91. (Tradução e grifo do Autor)

[12] Este fato pode facilmente ser deduzido em sala de aula, colocando-se um relógio de luz (uma caixinha espelhada com raios de luz indo e vindo em múltiplas reflexões) em posições perpendiculares e fazendo que os tempos sejam os mesmos, como obrigam os postulados da TR.

[13] Para uma boa análise dos vários limites que habitam a física, sugiro NEVES, M.C.D., 2000, p.205-228.

[14] Essas expressões que reformulam a Mecânica clássica newtoniana apareceram pela primeira vez num segundo artigo do miraculoso ano de 1905, publicado na *Annalen der Physic*, apenas alguns meses depois do primeiro artigo sobre a TR, que é de junho.

[15] PAIS, A. *Einstein viveu aqui*. Tradução C. Alfaro. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997a.

[16] JAMMER, op.cit.

[17] KRAGH, op. cit., p.92. (Tradução do Autor)

[18] SOMMERFELD apud JAMMER, 2000, p.30.

[19] EINSTEIN, 1982, op. cit., p.58.

[20] GRÜNBAUM, citado por BOIDO, 2002. (Tradução e grifos do Autor)

[21] EINSTEIN citado por KRAGH, 1999, p. 93. (Tradução do Autor)

[22] KRAGH*, op. cit.,* p. 95. (Tradução do Autor)

[23] Id., ibid.

[24] Livro de comentários sobre os diversos aspectos das leis da *Torah* (a Bíblia judaica, composta dos cinco livros que constituem o Pentateuco) e que começou a ser escrito na Babilônia, cerca do séc. V a.C., quando os judeus ali se encontravam em cativeiro.

[25] Id. ibid., p.103. (Tradução do Autor)

Capítulo VI

[1] PATY, op. cit., p.280.

[2] SPINOZA, B. *Tratado político*. Tradução N. P. Lima. São Paulo: Ícone Editora, 1994, cap. II, § 8.

[3] EINSTEIN, 1982, op. cit., p.14-16.

[4] Id. Ibid.

[5] Ibid, p.14-16.

[6] EINSTEIN citado por JAMMER, op. cit., p. 141. (Grifos do Autor)

[7] EINSTEIN, A. *Essays in science*. New York: Philosophical Library, 1934, p.34.

[8] A gênese dos modos pelos atributos e destes pela substância é tema tão complexo quanto controverso, pois Spinoza não deu indicações explícitas acerca da ordem e da natureza dessa ontogênese. Segundo a Nota V do tradutor J. de Carvalho, no final do primeiro livro da *Ética*: "Os modos considerados na prop. 21 (*Tudo o que resulta da natureza absoluta de qualquer atributo de Deus deve ter existido sempre e ser infinito, ou, por outras palavras, é eterno e infinito pelo mesmo atributo)* são, portanto imediatos, infinitos e eternos, porque derivam imediata e diretamente da própria natureza absoluta dos atributos (...). Espinosa manteve na *Ética* a distinção dos modos mediatos e imediatos, e a aplicou para distinguir os modos infinitos em dois grupos (...): os modos infinitos mediatos são as essências que constituem o que há de imutável nas coisas (...) "a figura do Universo, a qual se mantém sempre a mesma a despeito de ele variar em modos infinitos". Por figura do Universo no seu conjunto, entendia Spinoza a estrutura do Universo (...). Os intérpretes não são unânimes no que respeita ao sentido de "a figura do universo no seu conjunto". Para uns, como Erdmann e Fischer, é a soma de todos os modos finitos (...). Para Rivaud, parece ser "(...) **o conjunto das leis das coisas corpóreas**. Para Fischer, significa a estrutura do Universo físico e, para outros, **a lei de conservação da quantidade de movimento** (...), como é o parecer de Delbos. Dada a grande margem de dúvidas, esta teoria é suscetível de receber coordenações diversas, cuja fundamentação e exposição crítica ultrapassa o objetivo dessa nota" onde começam as aspas? (Grifos do Autor).

M. Chauí apresenta o seguinte quadro:

"Deus causa a si mesmo causando seus atributos.

Os atributos causam os modos infinitos imediatos.

Os modos infinitos imediatos causam os modos infinitos mediatos.

Os modos infinitos mediatos causam os modos finitos.

Os modos finitos causam-se uns aos outros".

Sobre o atributo extensão, diz:

"Os modos finitos corporais são indivíduos constituídos por relações de movimento e repouso.

Os modos infinitos da Extensão são as leis físicas de movimento e repouso do universo.

O **modo infinito mediato é o universo físico**. A extensão é a essência do mundo físico". (CHAUÍ, M., op. cit.,1995, p.51) (Grifo do Autor)

Respaldado nas interpretações de Rivaud, Fischer e Delbos, entendo serem as leis físicas da natureza, os modos infinitos **mediatos**. Já, segundo Chauí, elas seriam modos imediatos. O

autor do verbete *Spinoza* da Enciclopédia Britânica confirma também essa suposição. No entanto, o que nos parece decididamente sinalizador para a interpretação das leis da natureza como modos **infinitos mediatos** sob atributo extensão é o texto do próprio Spinoza na Introdução da E III quando escreve: "*A Natureza é sempre a mesma; a sua virtude e a sua potência são unas e por todas as partes as mesmas, isto é, as leis e as regras da Natureza, segundo as quais tudo acontece e passa de uma forma a outra, são sempre e* ***por todas as partes*** *as mesmas por conseqüência, a via reta para conhecer a natureza das coisas, quaisquer que elas sejam, deve ser também una e a mesma, isto é, sempre por meio das leis e das regras universais* ***da*** *Natureza (...)*" (ESPINOSA, 1983a, p. 175. (Grifos do Autor)

Assim, a meu ver, as leis da natureza não são regras universais de operação dos modos finitos apreendidos pelos gêneros de conhecimento, como interpretam muitos comentadores de concepção kantiana, uma vez que cairiam, dessa forma, sob o atributo pensamento e não sob o da extensão, como indica a opinião da maioria dos estudiosos. Além disso, segundo o texto de Spinoza, acima citado, "*por todas as partes*" indica algo espacial ou extenso, e "*sempre por meio das leis e das regras universais* ***da*** *Natureza*" sinaliza para leis ontologicamente constitutivas da Natureza e não para o conhecimento que se possa delas ter.

[9] Citado por PAIS, A. ibid., p. 156.

[10] O pananimismo spinoziano é objeto de complexas discussões e de muita controvérsia, no entanto, ele surge de forma mais clara através da prop. XIII da Ética II: "O objeto da idéia que constitui a alma humana é o corpo, ou seja, um modo determinado da extensão, existente em ato, e não outra coisa".

[11] Carta de Einstein a D. Runes, 1932.

[12] Einstein ao Rabino S.Goldstein, publicado no New York Times, 1929.

[13] EINSTEIN, 1982, p. 54 -55. (Grifo do Autor)

[14] ESPINOSA, op. cit., EIII, Introd. (Grifos do Autor)

[15] Os personagens "Pedro" e "Paulo" habitam a Ética de Spinoza, aparecendo, vez ou outra, nos escólios, como exemplos.

[16] EINSTEIN, ibid., p. 54 -55.

[17] Id. Ibid., 1982, p. 21. (Grifos do Autor)

[18] SCHILPP, P. A. (org.) *Albert Einstein*: Philosopher-Scientist. Evanstone, Ill: Library of Living Philosophers, 1949.

[19] Já vimos que epistemólogos norte-americanos como Grünbaum sustentam que a TR não poderia ter sido gestada sem o conhecimento prévio da experiência de Michelson, fato este, como já vimos no capítulo anterior, negado por vários biógrafos e confidentes de Einstein.

[20] PRIGOGINE, I. *Do ser ao devir*. São Paulo: Unesp, 2002, p. 21-23. (Grifos do Autor)

[21] ESPINOSA, B. *Pensamentos metafísicos.* 2ª.ed. São Paulo: Abril Cultural, 1983b, p.11-12. Coleção Os Pensadores. (Grifo do Autor)

[22] Id. Ibid., p.12.

[23] Id. Ibid., Cap. X, p.31. (Grifo do Autor)

[24] MARTINS, A. F. P.; ZANETIC, J. *O tempo na mecânica:* de coadjuvante a protagonista. Cad. Bras. de Ensino de Física, v. 3, 2002.

[25] BARROS, H. L.; MENDES, A. *A Física do parque*. Rio de Janeiro: Mast, 1997.

[26] ELIAS, N. *Sobre o tempo.* Tradução V. Ribeiro. Rio de Janeiro: Jorge Zahar ed., 1998.

[27] ESPINOSA, ibid, EII, prop. XXXI.

[28] O fato de Spinoza ter dessacralizado o tempo, suprimindo-lhe qualquer valor ontológico e reduzindo-o a uma duração de existências materiais comparadas entre si pelo observador, não impediu, no entanto, Newton, trilhando caminhos opostos, de erguer uma das mais sólidas construções teóricas da Física, tomando como premissa básica a existência de um tempo que não é afetado pelo estado do observador em relação ao universo observado. De fato, *Os Principia* de Newton reinaram absolutos durante os séculos XVIII e XIX, trazendo grandes progressos para a ciência. A física newtoniana equacionada em função de um tempo protagonista e independente teve de ser substituída, no entanto, por uma física da invariância conjunta das leis da mecânica e do eletromagnetismo que só apresenta resultados muito distintos da física newtoniana em regiões de altas velocidades, no limiar do rompimento da barreira da causalidade. A irreversibilidade do tempo decorrente das leis estatísticas da termodinâmica é também uma concepção que está situada em uma vertente contrária a de Spinoza (para um aprofundamento acerca desse tema, sugiro PIETTRE, B. *Filosofia e ciência do tempo*. São Paulo: Edusc, 1997).

[29] HEISENBERG, op. cit., p. 144. (Grifos do Autor)

[30] PAPP, Desiderio. *Einstein,* historia de un espiritu. Madrid: Austral, 1981, 1978, p.125. (Grifos e Tradução doAutor)

[31] Citado por JAMMER, op. cit., p.127.

[32] ESPINOSA, ibid, EIII, prop. XVIII acrescida de parte da demonstração.

[33] Ibid., EII prop. XXVI e demo.

[34] Com poucas variações em torno do tema, geralmente este segundo observador está no interior de um trem.

[35] O raio da esquerda se aproximará do observador com uma velocidade c-v, portanto menor.

[36] Dois relógios estão sincronizados quando registram o mesmo tempo para eventos simultâneos. Um método experimental para sincronizar dois relógios consiste em dispô-los simetricamente em relação a uma fonte de luz. Quando a frente de onda gerada da fonte atingi-los eles são zerados.

[37] Estes efeitos podem ser constatados na Terra, em altas velocidades. No exemplo acima, nas dimensões terrestres (cerca de 12.000 km de diâmetro), um observador que se deslocasse com uma velocidade próxima da luz perceberia a sequência das mortes de Besso e Einstein invertida, se este último falecesse 0,04 (quatro centésimos de segundo, ou menos, após Besso). Neste caso, o observador em questão veria o falecimento do físico como anterior ao de seu grande amigo! Embora este lapso de tempo seja pequeno, é perfeitamente mensurável por cronômetros modernos, haja vista que nas competições esportivas já é comum medir-se o tempo com precisão de centésimos de segundo.

[38] O conceito spinozista de imagem é a de uma Ideia que a mente tem de um objeto ausente.

[39] São necessariamente clones que nascem em lugares distintos, e não gêmeos que nascem no mesmo lugar!

[40] É importante notar que eventos que podem influenciar-se em *potência*, ainda que de fato não o façam, não poderão ter suas ordens temporais modificadas, levando a crer que a temporalidade está submetida à causalidade.

[41] PONCZEK, R.L. *Spinoza e Einstein*: analogias ou afinidades? Anais da IV Semana de Filosofia, Ba, Editus, 2004d, p.355-380.

[42] ESPINOSA, ibid, EII, prop. XXXI + demo.

[43] Id, ibid, demo prop XXX.

[44] Ibid, EII, prop. XII.

[45] Ibid, EII, prop. XIII.

[46] Ibid, EII, prop. XIX.

[47] Ibid., EII, prop. XXIII.

[48] EINSTEIN, 1982, op. cit., p.77.

[49] EI prop.XIV, corolário, id, ibid.

[50] PATY, M., op. cit.

[51] Id. Ibid.

[52] ZACS, citado por JAMMER, op. cit., p. 114.

[53] Segundo este filósofo, Deus atua sobre o universo de forma permanente e instantânea: é o chamado ocasionalismo.

[54] PESSOA JR, O. Kant quântico. In: SALLES, J.C. (org.) *Filosofia e consciência social*. Salvador: Quarteto, 2003, p. 309-323; p.310.

[55] Nas primeiras demonstrações do livro I da Ética, Spinoza demanda a unidade da substância e, portanto, que seja ilimitada, pois em caso contrário seria limitada por outra coisa, não sendo assim uma substância cuja essência e existência independem de qualquer outra coisa. Assim a não limitação é mais essencial que a infinitude. A título de curiosidade, o universo proposto por Einstein poderia ser visualizado como a superfície de uma esfera de raio finito que é também finita, mas, no entanto, ilimitada.

[56] Einstein buscou até o final de seus dias uma teoria unificada que incluísse todas as forças da natureza numa só equação. Alguns chegaram a chamar essa teoria, que nunca chegou a ser consumada, de "teoria de tudo", tradução do inglês: *theory of everything*.

Capítulo VII

[1] O leitor poderá consultar Histórias chassídicas, publicadas em revistas de divulgação da cultura judaica no Brasil, tais como Morasha e o Hebreu.

[2] "Ver" um objeto é expô-lo a uma radiação que tenha um comprimento de onda comparável às dimensões do objeto. Vemos os objetos à nossa volta por que a luz visível possui um comprimento de onda situado na faixa de 4 a 7 mil angstrom. Se quisermos "ver" regiões menores necessitamos de raios mais energéticos, ou seja, de menores comprimentos de onda. Os raios-X atravessam o corpo humano porque seu comprimento de onda é bem menor que o da luz visível.

[3] As relações de L.de Broglie associam a cada corpo com momentum linear ($p = mv$), um comprimento de onda $\lambda = h/2\pi p$ e reciprocamente uma onda com comprimento λ carrega um momentum linear $p = h/2\pi\lambda$. Desta forma, corpúsculos possuem atributos ondulatórios, assim como ondas possuem atributos corpusculares.

[4] MOLES, A. *As ciências do impreciso*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1995, p. 78.

[5] Matematicamente, uma das relações de Heisenberg se escreve $\delta E \, \delta t \sim h/2\pi$, o que significa que somente sistemas isolados de qualquer observação podem ser estáveis (se $\delta t \rightarrow \infty$, $\delta E \rightarrow 0$).

Por outro lado, quanto mais rápida for feita a observação, maior será a flutuação δE de energia induzida no sistema.

[6] PESSOA, O. op.cit., p. 315.

[7] 10^{-10} m = 1 angstrom, é a ordem de grandeza do raio atômico do hidrogênio, já é uma região na qual o efeito do princípio de incerteza é bastante considerável.

[8] ESPINOSA, ibid., def. II, EII.

[9] O filósofo alemão era um contumaz crítico do necessitarismo e panteísmo de Spinoza.

[10] A hamiltoniana H é um operador quântico que representa a energia total do sistema físico e contém duas parcelas: a energia cinética, ou seja, a energia de seu movimento, e a energia potencial que contém todas as forças de interação do sistema com a sua vizinhança. A Hamiltoniana descreve, portanto, como um sistema se move e como interage com o restante do mundo.

[11] Stefano Osnaghi, epistemólogo da TQ, com quem dialoguei quando de sua permanência em Salvador, em 2004, alertou-me que a hamiltoniana H só poderá ter um estatuto ontológico se representar matematicamente a totalidade dos emaranhamentos do sistema com o restante do mundo. Mas nesse caso a hamiltoniana deveria conter também o contexto experimental que o observador impõe ao seu objeto. De uma maneira geral, a TQ opera com hamiltonianas que descrevem apenas aproximações, e assim não poderiam ter um valor ontológico. Portanto, é importante realçar que a hamiltoniana a que nos referimos representa uma descrição ideal e insolúvel tanto do objeto como do mundo com o qual está indissoluvelmente emaranhada.

[12] Isto ocorrerá quando as dimensões dos orifícios ou dos obstáculos são bem maiores que o comprimento de onda de L. de Broglie associado ao corpo, isto é, **$\delta y >> \lambda <<$** ou **$p\delta y > h$.**

[13] Experimentalmente isto se consegue fazendo um feixe de elétrons atravessar um cristal que tem espaços intersticiais da ordem de grandeza do comprimento de onda do feixe.

[14] Quando $\lambda \sim \delta y$ então $h/p \sim \delta y$, mas pelo p.i. $\delta y \sim h/\delta p_y$ e então $\delta p_y \sim p$, ou seja, a imprecisão no momentum transversal será da ordem de grandeza do momentum na direção do movimento, o que significa uma grande imprecisão do momentum transversal, e pode acarretar um considerável desvio do objeto em sua trajetória rumo ao anteparo.

[15] PESSOA, O. *op.cit.*, p. 318.

Capítulo VIII

[1] ESPINOSA, ibid, EI, prop. XXVII.

[2] Ibid., EI, prop. XXIX.

[3] Ibid., EI, prop. XXXIII.

[4] Ibid., EII, prop. XLIV + corol.

[5] MOORE, W. *Schrödinger:* life and though. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1989.

[6] LEMMERICH, J. *Science and conscience*: the world of two atomic scientists. Max Born (1882-1970), James Franck (1882-1964). London, 1983.

[7] SCHRÖDINGER, E. Naturwissenshaften. *23 807, (1935)*. In: WHEELER, J.A.; ZUREK, W.H. (ed.) *Quantum theory and measurement.* Princeton Univ. Press, 1983.

[8] Na versão original de Schrödinger, de 1935, apenas um tipo de partícula é emitida por um átomo radioativo com determinada meia vida, sendo a caixa aberta depois deste tempo. Vejamos como ele próprio enuncia o paradoxo:

"*Um gato é preso numa câmara de aço, junto com o dispositivo seguinte (…): em um contador Geiger há uma porção minúscula de substância radioativa, tão pequena, que talvez em uma hora um dos átomos decaia, mas também, com probabilidade igual, talvez, nenhum; se acontecer o decaimento, as descargas do tubo do contador acionam um martelo que quebra um frasco pequeno de ácido hidrocianídrico. Se alguém deixasse este sistema por si só durante uma hora, diria que o gato ainda vive, se nenhum átomo tiver decaído(...)*".

[9] Segundo Heisenberg, a interpretação de Copenhague resgata, de certa forma, os conceitos metafísicos do aristotelismo de existência em ato e potência. A existência em ato só é consumada depois da observação, e antes desta há uma existência em potência que pode ser a superposição de vários estados de existência em ato.

[10] SCHRÖDINGER, E. Naturwissenshaften. *23 807, (1935)*. In: WHEELER, J.A.; ZUREK, W.H. (ed.) *Quantum theory and measurement*. Princeton Univ. Press, 1983.

[11] Apesar de seu experimento mental poder ser considerado hoje ecologicamente pouco correto, Schrödinger foi, em vida, um espírito muito combativo diante das violências perpetradas pelo regime nazista, defendendo colegas seus de origem judaica que estavam sendo perseguidos nas universidades alemãs e austríacas, o que lhe valeu o exílio (MOORE, op.cit.).

[12] Tradução da versão em inglês de "blurred".

[13] BERKELEY, G. *A treatise concerning the principles of human knowledge*. In: DANCY, J. (org.) Oxford: Oxford University Press, 1998.

[14] LEIBNIZ, W.G. *Discurso de metafísica*. São Paulo: Nova Cultural, 1983. Coleção Os Pensadores.

[15] EVERETT, H. "'Relative state' formulation of quantum mechanics". *Rev. Mod. Phys.* **29**: 454-462. (1957).

[16] Op. cit., p.38.

[17] HEISENBERG, W. *A parte e o todo.* Encontros e conversas sobre Física, Filosofia, Religião e Política. Rio de Janeiro: Contraponto, 2000.

[18] Id, Ibid.

[19] EINSTEIN, A.; PODOLSKY, B. ; ROSEN, N. "Can quantum-mechanical description of physical reality be considered complete?". *Physical Review.* May 15, 1935, v. 47, pp 777-780.

[20] BELL, J. S. "On the Einstein-Podolsky- Rosen paradox". *Physics*, 1, 195 (1964).

[21] *Modus tollens* é uma de dedução lógica que obedece à seguinte forma: se A implica em B, então a negação de B implica na negação de A.

[22] Embora esta forma de EPR seja teoricamente mais complexa que o de *momentum* e posição, ela é mais propícia à experimentação.

[23] Embora o spin seja um efeito puramente quântico, pode ser imaginado como uma rotação de um corpo subatômico em torno de si próprio, como uma espécie de pião.

[24] Uma argumentação semelhante é se tivéssemos numa caixa duas bolas, uma branca e outra preta, e subitamente descobríssemos que na caixa só se encontra a bola branca, saberíamos

imediatamente, sem precisar vê-la, que a bola preta está em outro lugar do universo por mais distante que seja.

[25] WOOTTERS, W.K.; ZUREK, W.H. "A single quantum cannot be cloned". *Nature* 299 (1982), p. 802-803.

[26] BELL, J.S., op. cit.

[27] ASPECT, A. et al. *"Experimental Realization of Einstein-Podolsky-Rosen Gedankenexperiment: A New Violation of Bell's Inequalities". Phys. Rev.* Lett. **49**, 91 (1982).

[28] Para uma minuciosa reflexão sobre essa experiência e uma ardorosa defesa da indivisibilidade do contexto experimental, sugiro JAUCH, J.M. *São os quanta reais,* um diálogo galileano. São Paulo: Edusp, 1986.

[29] BOHR, N. *Física atômica e conhecimento humano.* Ensaios 1932-1957. Rio de Janeiro: Contraponto, 1995.

[30] BOHR, N. citado por BOHM, D. *A totalidade e a ordem implicada.* São Paulo: Cultrix, 1980, p. 109.

[31] EINSTEIN A. In: SCHILPP, P. A. (org.) *Albert Einstein:* Philosopher-Scientist. Evanstone, Ill: Library of Living Philosophers, 1949, p. 235. "The necessity of completing quantum mechanics in a local–realist way could be escaped only by either assuming that the measurement of S_1 (telepathically) changes the real situation of S_2 or by denying independent real situations to things which are spatially separated from each other. Both alternatives appear to me entirely unacceptable".

[32] Como exemplo ilustrativo, podemos imaginar um ensemble de fumantes e outro de não-fumantes. Como a incidência de câncer no ensemble de fumantes é significativamente maior que no dos não-fumantes, conclui-se que o fumo é uma causa provável do câncer de pulmão. Se conhecêssemos todas as causas do câncer bastaria acompanharmos a vida de um único indivíduo para que prevíssemos corretamente se terá ou não câncer. Para Einstein, assim como para Spinoza, a probabilidade é fruto do desconhecimento de pelo menos uma das causas.

[33] PAIS, op. cit., p.153.

[34] SCHILPP, op. cit.

[35] Id. Ibid.

[36] (...) through a new discussion with Einstein in Princeton in 1937 where we did not get beyond a humorous contest concerning what side Spinoza would have taken if he had live to see the development of our days(...). BOHR, N. "Discussion with Einstein on epistemological problems in atomic physics". In: SCHILPP, op. cit., p. 240-241.

[37] BOHM, D. op. cit., p. 112.

[38] Id. Ibid. p.115.

[39] Ibid., p. 129.

[40] Ibid., p.121, grifos do autor.

[41] Ibid., p. 151.

[42] Id. Ibid., p. 192-193.

[43] Ibid., p.275.

[44] Ibid., p. 248.

[45] Ibid., p. 275-279.

[46] SILVEIRA, N. *Cartas a Spinoza*. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Francisco Alves ed., 1999, p. 48-49, grifos do autor.

[47] O conceito de ação em física tem as dimensões da constante de Planck que representa um quantum indivisível de ação que é trocado em números inteiros com o observador. (Para um aprofundamento dessa questão sugiro a leitura do já referido livro de Bohm.)

[48] BOHR, op. cit.

[49] PESSOA, O., op. cit.

[50] HEISENBERG, W. *Fisica y Filosofia*. Buenos Aires: Ed. La Isla, 1959, p. 54, grifos do autor.

[51] O teorema da incompletude de Gödel, às vezes também designado por teorema da indecidibilidade, é o nome atribuído a dois teoremas demonstrados por Kurt Gödel:

Teorema 1 - "Se o conjunto axiomático de uma teoria é consistente, então nela existem teoremas que não podem ser demonstrados (ou negados)". Teorema 2 - "Não existe procedimento construtivo que demonstre que determinada teoria é consistente".

A primeira proposição indica que a "completude" de uma teoria axiomática não pode ser alcançada; a segunda diz que não há garantia de que não surjam eventuais inconsistências (paradoxos).

Ver: GÖDEL, K. Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme. In: van HEIJENOORT. *From Frege to Gödel*. Harvard Univ. Press, 1971.

[52] O acaso define-se como qualquer evento cuja probabilidade de ocorrência seja menor do que 1. Como qualquer evento cara-e-coroa ou jogo de dados.

[53] Heisenberg considera que a Teoria Quântica resgata o conceito aristotélico de ato e *potentia*.

[54] ESPINOSA, op. cit., EII, escólio final, grifos do autor.

Capítulo IX

[1] A escala natural pitagórica é gerada por uma divisão do comprimento de uma corda vibrante por números inteiros. A divisão por 2 gera uma oitava (dó1-dó2), por 3 uma quinta (dó-sol), por 4 uma oitava superior (dó1-dó3), por 5 uma terça (dó-mi) etc. Já na escala cromática, os intervalos irregulares da escala natural, são substituídos por intervalos justos nos quais a oitava é dividida em 12 semitons iguais: st . st . st . st . st. st. st . st . st . st . st. st = 2 -> st = $2^{1/12}$ = 1.059. Na escala cromática cada nota é assim aproximadamente 5,9 % mais aguda que a anterior (dó – dó #), permitindo uma afinação temperada e universal para todas as tonalidades do teclado.

[2] EINSTEIN, A. op. cit., 1982, p.15.

[3] HEIDEGGER, M. *Ensaios e conferências*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002, p.126.

[4] RÉE, J. *Heidegger*. Saõ Paulo: Unesp, 1998, p.37.

[5] HERÁCLITO, frag. 41. citado por BORHEIM, G. *Os filósofos pré-socráticos*. São Paulo: Cultrix, 1998, p. 49.

[6] Ordem e conexão. Começo da famosa prop. 7 da segunda parte da Ética: *a ordem e conexão das idéias é igual à ordem e conexão das coisas.*

[7] Uma boa introdução à epistemologia de Popper pode ser encontrada em MAGEE, B. *As idéias de Popper*. São Paulo: Cultrix, 1973.

[8] LAKATOS, I. *Falsificação e metodologia dos programas de investigação científica*. Lisboa: Edições 70, 1978.

[9] GALEFFI, D. A. *Filosofar e educar*. Salvador/BA: Quarteto Editora, 2003.

[10] ESPINOSA, op. cit,, EII, prop.XI, corol.

[11] EINSTEIN, 1982, op. cit.

Capítulo X

[1] DELBOS, V. O problema moral na filosofia de Spinoza. In: FRAGOSO, E.A.R. (org.) op. cit., 2004, p. 27-46.

[2] Um simples elétron conhece seu vizinho, compartilhando com ele um orbital atômico no qual todos os números quânticos, com exceção do *spin*, podem ser iguais. Essa regra, conhecida como princípio de exclusão de Pauli, permite o preenchimento dos orbitais atômicos acima da "energia de ponto zero". Sem esse princípio, todos os elétrons ocupariam o mesmo estado fundamental (mais baixo) da matéria, tornando tudo assim um oceano de congelamento e morte. A regra de conhecimento mútuo de dois elétrons é que permite a vida.

[3] BORGES. *Funes,* o memorioso. In: BORGES. *Ficções.* Porto Alegre: Globo, 1970, p. 89.

[4] ALVES, R. *Conversas com quem gosta de ensinar*. 6ª. ed. Campinas/SP: Papirus, 2000, p.94.

[5] Em nível nacional, Capes, Cnpq e Finep. Em nível estadual, Fapesp, Fapesb, Faperj etc.

[6] Sistema *Qualis* da Capes.

[7] No Brasil, o CNPq criou a Plataforma Lattes., que em si não é má, mas que pode ser manipulada pelo autor para que este tenha mais poder nas decisões institucionais.

[8] HEGEL, G.W.F. *A fenomenologia do espírito*. Petrópolis/RJ: Vozes, 1999.

[9] GALEFFI, op. cit., p.35.

[10] LEIBNIZ, W. G. Citado por BOVERESSE, R. *Spinoza et Leibniz.* L'idée d'animisme universel. Paris: Vrin, 1992, p. 230.

[11] RENAN, E. "Discurso pronunciado em Haia em 21 de fevereiro de 1877, por ocasião do 200º. Aniversário da morte de Spinoza". In: FRAGOSO, E. A. R. (org.) *Spinoza 5 ensaios*. Londrina: Eduel, 2004, p. 25.

[12] SILVEIRA, N. *Cartas a Spinoza*. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1999.

[13] Id, ibid.

[14] Ibid., p. 20.

[15] GOETHE, citado por GEBHARDT, 1940, p.47.

[16] Citado por SILVEIRA N., op. cit.

[17] SCHLEIERMACHER, citado por FARIAS BRITO, 2001, p.11.
[18] HEGEL, citado por FARIAS DE BRITO, ibid.
[19] FARIAS BRITO, ibid., p.16.
[20] Citado por HESSING, S., 1977, p. 168.
[21] POLLOCK, citado por SILVEIRA, op. cit.
[22] CASTAÑEDA C., 2002, correspondência particular com o autor.
[23] Arquivo Einstein, filme 33-264, citado por JAMMER, M, op. cit.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES R. *Conversas com quem gosta de ensinar*. 6ª. ed. Campinas/SP: Papirus, 2000.

ASPECT, A. et al. Experimental realization of Einstein-Podolsky-Rosen-Bohm gedankenexperiment: A New Violation of Bell's Inequalities. *Phys. Rev. Lett,*. **49**, 91 (1982).

BARROS, H. L. ; MENDES, A. *A Física do parque*. Rio de Janeiro: Mast, 1997.

BELL, J. S. On the Einstein-Podolsky-Rosen paradox. *Physics,* 1,195 (1964)

BERGÉ, P. et al. *Dos ritmos ao caos*. Tradução R. L. Ferreira. Saõ Paulo: Unesp, 1995.

BERKELEY, G. *A treatise concerning the principles of human knowledge*. In: DANCY, J. (org.). Título. Oxford: Oxford University Press, 1998.

BETHENCOURT, F. *História das inquisições*. Portugal, Espanha e Itália, sécs. XV-XIX. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.

BLACKBAUM, S. *Dicionário Oxford de Filosofia*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1997.

BOIDO, G. Un día muy hermoso en Berna. Sobre la relatividad especial, Einstein, Michelson y la epistemologia. Trabalho comunicado no III Encontro de Filosofia e História da Ciência do Cone Sul, 2002.

BORGES, J. L. *História universal da infâmia*. Porto Alegre: Globo, 1986.

___________. *Funes,* o Memorioso In: BORGES, J. L. *Ficções*. Trad. C. Nejar. Porto Alegre: Globo, 1970.

BOHR, N. *Física atômica e conhecimento humano.* Ensaios 1932-1957. Trad. V. Ribeiro, Rio de Janeiro: Contraponto, 1995.

________. Discussion with Einstein on epistemological problems in atomic physics. In: SCHILPP, P. A. (org.) *Albert Einstein:* Philosopher-Scientist. Evanstone, Ill: Library of Living Philosophers, 1949. p. 240-241.

BORHEIM, G. *Os filósofos pré-socráticos*. São Paulo: Cultrix, 1998.

BOVERESSE, R. *Spinoza et Leibniz.* L'idée d'animisme universel. Paris: Vrin, 1992.

BOHM D.; HILEY J.B. *The undivided universe:* An Ontological Interpretation of Quantum Theory. London: Routledge, 1993.

BOHM, D. *A totalidade e a ordem implicada (*Wholeness and the Implicate Order*)*. Tradução Mauro de Campos Silva. São Paulo: Cultrix, 1980.

CALAPRICE, A. *Assim falou Einstein*, citações de Albert Einstein compiladas. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1998.

CAMARGO, E. P. et al. Concepções espontâneas de repouso e movimento de uma pessoa deficiente visual total. *Caderno Catarinense de Ensino de Física,* n.3, dez. 2000.

CHATELET, F. *História da Filosofia*. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1979.

CHAUÍ, M. *A nervura do real,* Imanência e Liberdade em Espinosa. V.1. São Paulo: Companhia das Letras, 1999.

__________. *Espinosa,* uma filosofia da liberdade. 2ª ed. São Paulo: Moderna, 1995.

COSTABEL, P. *Leibniz and dynamics* (The text of 1692). New York: Cornell University Press, 1973.

DELBOS V. O problema moral na filosofia de Spinoza. In: FRAGOSO, E. A. R. (org.). *Spinoza 5 ensaios*. Londrina: Eduel, 2004. p. 27-46.

DESCARTES R. *Discurso sobre o método*, para bem dirigir a própria razão e procurar a verdade nas ciências. Tradução M. Pugliesi e N.P. Lima. São Paulo: Edusp, 1998.

_____________. *Princípios de filosofia*. Tradução S. Milliet. Obras Escolhidas. São Paulo: Difel, 1982.

DURANT W. *A história da filosofia*. Trad. L. C. N. Silva. 2ª.ed. Rio de Janeiro: Record, 1996.

EINSTEIN A. Carta a M. Born de 4 de dez. 1926. In: SCHILPP, P. A. (org.). *Albert Einstein:* Philosopher-Scientist. Evanstone, Ill: Library of Living Philosophers, 1949.

___________ . *Como vejo o mundo.* Tradução H. P. de Andrade. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1981.

___________. *Escritos da maturidade.* Tradução M. L. X. A. Borges. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1994.

___________. *Essays in science*. New York: Philosophical Library, 1934.

___________. *Quatre conferences sur la theorie de la relativite faites a l'Université de Princeton.* Tradução Maurice Solovine. Paris: Gauthier-Villars, 1922.

___________. *Notas autobiográficas*. Tradução A. S. Rodrigues. 5ª. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1982.

___________. ; INFELD L. *A evolução da Física.* Tradução G. Rebua. 3ª. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1976.

___________. *The meaning of relativity*. 6th. ed. London: Chapman and Hall, 1967.

EINSTEIN, A.; PODOLSKY, B.; ROSEN, N. Can quantum-mechanical description of physical reality be considered complete? *Phys. Rev.* **47**, 777-780 (1935).

ELIAS N. *Sobre o tempo.* Tradução V. Ribeiro. Rio de Janeiro: Jorge Zahar ed., 1998.

ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA, verbete Spinoza, Macropaedia 15ª ed. Chicago: 1974. 30 v. il. v. 11.

ESPAGNAT d' B. *À la recherche du réel*. Paris: Gauthier-Villars, 1979.

ESPINOSA, B. *Ética*. Tradução J. de Carvalho. 3ª ed. São Paulo: Abril Cultural, 1983a. Coleção Os Pensadores.

___________. *Pensamentos metafísicos*. Tradução e notas de M. S. Chauí. 2ª ed. São Paulo: Abril Cultural, 1983b. Coleção Os Pensadores.

___________. *Tratado da correção do intelecto*. Tradução e notas de C. L. Mattos. 2ª ed. São Paulo: Abril Cultural, 1983c. Coleção Os Pensadores.

EVERETT, H. Relative state formulation of quantum mechanics. *Rev. Mod. Phys.* 29, 454–462 (1957).

FARIAS BRITO, R. O ponto culminante da philosophia de Spinoza. *Cadernos Espinosanos* VII, 2001, p. 9-82,

GALEFFI, D. A. *Filosofar e educar*. Salvador/BA: Quarteto Editora, 2003.

GALILEI, G. *Duas Novas Ciências* (Discursos Referentes a Duas Novas Ciências a Respeito da Mecânica e Dos Movimentos Locais). São Paulo: Nova Stella Editorial, 1985.

__________. *Ciência e fé*, cartas de Galileo sobre a questão religiosa. Tradução C. A. R. do Nascimento. São Paulo: Nova Stella; Rio de Janeiro: MAST, 1988. Coleção Clássicos da Ciência.

GEBHART, C. *Spinoza*. Buenos Aires: Losada, 1940.

GLEISER, M. *A dança do universo*. São Paulo: Companhia das Letras, 1997.

GOLDMAN, S. *El pensamiento judío y el universo*. Buenos Aires: Editorial Israel, 1940.

GRIBBIN, J. *In the begining. (*No Início, antes e depois do Big-Bang*)* Tradução A. M. Luiz. Rio de Janeiro: Campus, 1995.

HALLIDAY, D. ; RESNICK, R. *Física.* Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1973.

HANSON N. R. *Patterns of discovery*: An Inquiry into the Conceptual Foundations of Science. Cambridge: Camb. Univ. Press, 1958.

HAWKING, S. W. *Uma breve história do tempo.* Do Big Bang aos Buracos Negros. Tradução Maria Helena Torres. Rio de Janeiro: Rocco, 1988.

HEGEL, G. W. F. *A fenomenologia do espírito*. Tradução P. Meneses. Petrópolis/RJ: Vozes, 1999.

HEIDEGGER M. Q*u'est-ce que la philosophie*. *O que é isto a Filosofia?* Conferências e escritos filosóficos. Tradução E. Stein. São Paulo: Nova Cultural, 1991. Coleção Os Pensadores

_____________. *Ensaios e conferências*. Tradução E. C. Leão et alli. Petrópolis/RJ: Vozes, 2002.

_____________. *Caminhos de floresta*. Tradução I. Borges et alli. Portugal: Fundação Calouste Gulbenkian, s/d.

HEISENBERG, W. *Fisica y filosofia*. Buenos Aires: Ed. La Isla, 1959.

______________. *A parte e o todo*. Encontros e conversas sobre Física, Filosofia, Religião e Política. Tradução V. Ribeiro. Rio de Janeiro: Contraponto, 2000.

HESSEN, J. *Teoria do conhecimento*. Erkenntnistheories. Tradução de A .Correia. 5ª ed. Coimbra: Armênio Amado, 1970. Col. Stndekm.

HUME, D. *Investigações sobre o entendimento humano e sobre os princípios da moral.* Tradução J. O. A. Marques. São Paulo: Unesp, 2003.

JAMMER, M. *Einstein e a religião*. Tradução V. Ribeiro. Rio de Janeiro: Contraponto, 2000.

JAUCH, J. M. *São os quanta reais,* um diálogo galileano. Tradução J. D. M. Viana. São Paulo: Edusp, 1986.

JENKINS, T. L. ; WHITE H. E. *Fundamentals of optics.* McGraw Hill, s/d.

JOHNSON, P. *História dos judeus*. Tradução H. Mesquita e J.V. Filho. Rio de Janeiro: Imago, 1955.

KANT, Immanuel. *Crítica da razão pura*. 7ª ed. Buenos Aires: Editorial Losada, 1973. Com notas biográficas de K. Fischer.

KAPLAN, Y. *A história de Isaac Oróbio de Castro*. Tradução H. A. Mesquita. Rio de Janeiro: Imago, 2000.

KIERKEGAARD, S. *O conceito de angústia*. Tradução J. L. Lopes. 2ª ed. Lisboa: Presença, s/d.

KRAGH, H. *Quantum generations,* A History of Physics in the 20th Century. New Jersey: Princeton University Press, 1999.

KAPLAN, Y. *Do cristianismo ao judaísmo.* A história de Isaac Oróbio de Castro. Tradução H. A. Mesquita. Rio de Janeiro: Imago, 2000.

KAYSERLING, M. *História dos judeus em Portugal*. Tradução G. B. C. da Silva e A. Novinsky. São Paulo: Pioneira, 1998.

KOUZNETZOV, B. Spinoza et Einstein. *Revue de synthese* 88, nos. 45-46, p. 31-52, 1967.

KUHN, Thomas S. *A estrutura das revoluções científicas*. Tradução V. B. Boeira. São Paulo: Perspectiva, 1982.

LAKATOS, I. *Falsificação e metodologia dos programas de investigação científica*. Lisboa: Edições 70, 1978.

LALANDE, A. *Dicionário técnico e crítico da filosofia.* São Paulo: Martins Fontes, 1990.

LEIBNIZ, W. G. *Discurso de metafísica*. São Paulo: Nova Cultural, 1983. Coleção Os Pensadores

____________. Essay on dynamics. In: COSTABEL, P. *Leibniz and dynamics* (The text of 1692). Cornell University Press, 1973.

____________. *Novos ensaios sobre o entendimento humano*. Tradução L. J. Baraúna. São Paulo: Nova Cultural, 1992. Coleção Os Pensadores

LEMMERICH, J. *Science and conscience:* the world of two atomic scientists, Max Born (1882-1970), James Franck (1882-1964). London, 1983.

LOCKE, J. *Ensaios sobre o entendimento humano*. 2ª ed. São Paulo: Abril Cultural, 1979. Coleção Os Pensadores

LUBISCO M. L. N. ; VIEIRA C. V. *Manual de estilo acadêmico.* Monografias, Dissertações e Teses. 2ª. ed. Salvador/BA: Edufba, 2003.

MAGEE, B. *As idéias de Popper*. São Paulo: Cultrix, 1973.

MARTINS, R.A. *O universo,* Teorias sobre a sua origem e evolução. 5ª ed. São Paulo: Moderna, 1997.

MARTINS, A. F. P.; ZANETIC, J. O tempo na mecânica: de coadjuvante a protagonista. *Cad. Bras. de Ensino de Física*, v. 3, 2002.

MOLES, A. *As ciências do impreciso*. Tradução G. C. Lins. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1995.

MOORE, W. *Schrödinger*: life and though. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1989.

MORA, J. F. *Dicionário de filosofia*. Tradução R. L. Ferreira e A. Cabral. São Paulo: Martins Fontes, 1998. (verbetes essência e causa)

MOURA LACERDA, T. *Leituras leibnizianas de Espinosa*. *Cadernos espinosanos* VI, p. 47-74, 2000.

NEGRI, A. *A anomalia selvagem*, Poder e Potência em Spinoza. Tradução R. Ramalhete. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1993.

NEVES M. C. D. A questão controversa da cosmologia moderna: uma teoria e suas incongruências. *Caderno Catarinense*. Ensino de Física, v. 2, 2000.

NEWTON, Sir I. *Princípios matemáticos da filosofia natural*. Tradução de C. L. Mattos et alii. São Paulo: Nova Cultural, 1987. Coleção Os Pensadores

NUSSENZVEIG, H. M. *Curso de Física Básica*. V. 1. São Paulo: Edgard Blücher, 1988.

OVERBYE, D. *Einstein apaixonado,* um romance científico. Tradução R. Gouveia. São Paulo: Globo, 2000.

PAIS, A. *Einstein viveu aqui*. Tradução C. Alfaro. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997a.

______ . *Sutil é o senhor*. Tradução C. Alfaro. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997b.

PAPP, Desiderio. *Einstein*. Historia de um Espiritu. Madrid: 1981. Coleccion Austral

PASCAL, G. *O Pensamento de Kant*. Tradução R. Vier. 7ª ed. Petrópolis/RJ: Vozes, 2001.

PATY, M. Einstein and Spinoza. In: GRENE, M. ; NAILS, D. (eds.) *Spinoza and the sciences*. Boston; Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1986. p. 267-302.

________. *Einstein et Spinoza*. Paris : Publication de L'Institut Interdisciplinaire d'Études Epistemologiques, 1988.

PESSOA JR., O. Kant quântico. In: SALLES, J. C. (org.) *Filosofia e consciência social*. Salvador/BA: Quarteto, 2003. p. 309-323.

PIETTRE, B. *Filosofia e ciência do tempo*. Tradução M. A. P. Figueiredo. São Paulo: Edusc, 1997.

PONCZEK, R. L. A polêmica entre Leibniz e os cartesianos: mv ou mv^2? *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, vol. 3, p. 336-347, 2000.

____________. Da Bíblia a Newton: uma visão humanística da mecânica. In: Rocha J.F. M. *Origens e evolução das idéias da Física*. Salvador/BA: Edufba. 2002. Cap. I, p. 21-13

____________. A idéia de causalidade na Física clássica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, nº 20, v.1, p. 63-85, 2003a.

____________. A vontade, as paixões e o livre arbítrio segundo Spinoza, Schopenhauer e os quânticos. In: SALLES, J. C. (org.) *Filosofia e consciência social*. Salvador/BA: Quarteto, 2003b. p. 326-343.

____________. A Jarra e o Cálice: Reflexões preliminares sobre alguns textos de Heidegger. *Ágere, Revista de Educação e Cultura*. Salvador, 2003c, mídia eletrônica.

____________. A essência, a existência e o princípio da incerteza como limite cognitivo do colapso da existência. Caderno de Resumos do IV Encontro de Filosofia e História da Ciência do Cone Sul, AFHIC, 2004ª.

____________. Reflexões espinosanas sobre a idéia 'Quero levantar-me da cama'. Caderno de Resumos do XI Encontro Nacional de Filosofia da ANPOF, 2004b, p.400-401.

____________. *Reflexões acerca de uma ontologia descentralizada da ciência, com motivações em Spinoza e Heidegger: convite para uma cosmopedagogia da Física,* Anais do II Encontro de Filosofia da Educação, Salvador, 2004c, mídia eletrônica.

___________. *Spinoza e Einstein: Analogias ou Afinidades?* Anais da IV Semana de Filosofia, Ba, Editus, 2004d, p.355-380.

PORTILLO, C. Spinoza discussion list, disponível em: <http://www.eListas.net/lista/spinoza>, 2001.

PRIGOGINE, I. *Do ser ao devir*. Tradução M. F. R. Loureiro. São Paulo: Unesp, 2002.

RÉE, J. *Heidegger*. Tradução J. O. A. Marques e K. Volobuef. São Paulo: Unesp, 1998.

RENAN, E. Discurso pronunciado em Haia em 21 de fevereiro de 1877, por ocasião do 200º. Aniversário da morte de Spinoza. In: FRAGOSO, E. A. R. (org.) *Spinoza 5 ensaios*. Londrina: Eduel, 2004. p. 1-26.

ROCHA, J. F.M. Origem e evolução do eletromagnetismo. In: ROCHA, J. F.M. *Origens e evolução das idéias da Física*. Cap. III. Salvador: Edufba, 2002. p. 185-280.

SAGRADA BÍBLIA. 18ª ed. Rio de Janeiro: Vozes, 1993.

SCALA, A. *Espinosa*. Tradução T. M. Lacerda. São Paulo: Estação Liberdade, 2003.

SCHOPENHAUER, A. *O mundo como vontade e representação.* (III parte). Tradução W. L. Maar. São Paulo: Nova Cultural, 1999. Coleção Os Pensadores

_________________ . *O livre arbítrio.* Über den willen in der natur. Tradução L. Oliveira. Rio de Janeiro: Ediouro, s/d.

SCHILPP, P. A. (org.). *Albert Einstein:* Philosopher-Scientist. Evanstone, Ill: Library of Living Philosophers, 1949.

SCHURMANN, P. F. *Historia de la Física*. Tomo 1, 2ª ed. Buenos Aires: Editorial Nova, s/d.

SEARS, F. *Física 1*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1983.

SILVA, A. S.; BASTOS FILHO, J.B. Wich is the true force? Descartes Quantity of Motion or Leibniz vis viva? Third International history, philosophy and science teaching conferences. Vol. 2. Minneapolis, EUA (1995), pp. 1068-1079.

SILVEIRA, N. *Cartas a Spinoza*. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1999.

SYMON, K. R. *Mechanics*. 2ª ed. Addison-Wesley, 1960.

TEIXEIRA, F. E .B. *A educação do homem segundo Platão*. São Paulo: Paulus, 1999.

TIPLER, P. A. *Física I.* Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1978.

SCHRÖDINGER, E. Naturwissenshaften. **23** 807, (1935). In: WHEELER, J. A.; ZUREK, W. H. (ed.) *Quantum theory and measurement.* Princeton Univ. Press, 1983.

SPINOZA, B. *Ética*. Tradução Tomaz Tadeu. Belo Horizonte: Autêntica, 2007.

___________. *Tratado político*. Tradução N. P. Lima. São Paulo: Ícone, 1994.

___________. *Tratado teológico político*. Buenos Aires: Lautaro, 1965.

___________. *Theological political treatise*. Tradução H. M. Elwes. vol.1. NewYork: Dover, 1951.

___________. *Earlier philosophical writings*. Trans. F. H. Hayes. NewYork: The Library of Liberal Arts, 1963.

VOLTAIRE. *Elementos da filosofia de Newton*. Tradução M. G. S. do Nascimento. Campinas/SP: Unicamp, 1996.

WESTFALL, R. S. *A vida de Isaac Newton*. Tradução V. Ribeiro. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1995.

WOLFSON, H.A. *The philosophy of Spinoza*. 2th ed. Cambridge: Harvard University Press, 1960.

WOOTTERS; ZUREK, W. H. A single quantum cannot be clone. *Nature* 299 (1982), p. 802-803.

ZIMMERMAN, R. *O último cabalista de Lisboa*. São Paulo: Companhia das Letras, 1999.

REVISTAS

VALADARES, P. *A genealogia Portuguesa de Spinoza*. *Revista O Hebreu*, julho 2000.

SIMCHÁ. *Revista Morasha,* setembro, 1997, p. 27.

LAIBL, W. *Practical kabbalah*. cf. A. Kaplan, Inner Space, *Revista Morashá*, ano VII, no. 29, 2000.

ENDEREÇOS ELETRÔNICOS CONSULTADOS

1- Association des Amis de Spinoza, disponível em: <http://www.aspinoza.com>

2- Benedictus de Spinoza disponível em: <http://www.benedictusdespinoza.pro.br/133384/index.html>

3- Britan, H. H. Spinoza's Method. In: WEBER, A. *History of Philosophy*. Disponível em: <http:/www.ets.uidaho.edu/mickelsen/texts/spinozas-method.htm>

4- Ethica. Disponível em: <http://glouise.club.fr/index.html>

5- Foglio Spinoziano. Disponível em: < http://www.fogliospinoziano.it/>

6- Guakuru índex. Disponível em: <http://www.guaikuru.blogger.com.br/index.htm>

7- Hodges, M. Baruch Spinoza. Disponível em: <http:/www2.cybernex.net/~mhodges/biography/spinoza.htm>

8- Le Groupe de recherches spinozistes. Disponível em: <http://www.enslsh.fr/labo/cerphi>

9- Lista de discussão sobre Spinoza em espanhol. Disponível em: <http://www.eListas.net/lista/spinoza>

***10-** Spinoza et nous*. Disponível em: <http://www.spinozaetnous.org/index.php>

11- Spinoza e a filosofia. Disponível em: <http://www.spinoza_filosofo.blogger.com.br/index.html>

12- Spinoza & Spinozism. Disponível em: <http://bdsweb.tripod.com/en/index.htm>

13- Studia Spinoziana. Disponível em: <http://www.mtsu.edu/~rbombard/RB/spinoza.new.html>

14- The Spinoza House Association. Disponível em: <http://cf.uba.uva.nl/en/digilib/philosophy/spinheng.html>

15- The Spinoza Net/The Spinoza Institute. Disponível em: <http://www1.phys.uu.nl/spinoza/default.htm>